Il fuoco e la luce

di

FILIPPO EREDIA



BOMPIANI

AVVENTURE DEL PENSIERO

UNA RACCOLTA DI VOLUMI IMPENSATI, CHE LASCIANO IL LETTORE ORA PENSOSO, ORA COMMOSSO, ORA SBALORDITO, TRASPORTANDOLO IN UN MONDO RARAMENTE ESPLORATO DAI LIBRI, QUASI UN'OASI LONTANA DALLE CURE E DAI PENSIERI ABITUALI

VOLUME LXVIII

IL FUOCO E LA LUCE

di FILIPPO EREDIA

Che cosa è il fuoco di cui gli antichi avevano fatto uno dei quattro elementi fondamentali? Filippo Eredia lo studia nella sua genesi, nella sua essenza, nei miti, nei riti, nelle varietà cui dà luogo: sorgente di calore, di luce, strumento di civiltà, di distruzione; a volta a volta ausilio o flagello, e ciò gli dà modo di tracciare una breve storia della civiltà, sotto questo punto di vista, mostrando, come, con l'andar degli anni, il comportamento dell'uomo di fronte a questa fonte della luce e del calore si sia modificato e come egli abbia saputo utilizzarne i mezzi per produrlo e valersi delle virtù insite in esso.

Eredia ha scritto così un'opera curiosa, varia e complessa cui la scienza conferisce lo scheletro e la narrazione la veste seducente.

Volume di 160 pagine e 21 tavole f. t.

BOMPIANI

AVVENTURE DEL PENSIERO

VOLUME LXVIII

IL FUOCO E LA LUCE



IL FUOCO E LA LUCE

DI

FILIPPO EREDIA



VALENTINO BOMPIANI

1949



Stampato in Italia - Printed in Italy

Proprietà letteraria riservata
Soc. An. Ed. VALENTINO BOMPIANI & C.
Via Barberini n. 47 - Roma
Corso Porta Nuova n. 18 - Milano

Nel febbraio 1948 chiudeva improvvisamente la Sua vita terrena Filippo Eredia, senza aver potuto condurre a termine la Sua ultima pubblicazione a carattere divulgativo.

Seguendo il consiglio e il desiderio di Suoi amici e collaboratori e nella speranza di far cosa gradita ai lettori, noi, Suoi cari, abbiamo aderito alla pubblicazione del manoscritto senza apportarvi modificazione alcuna.

La Casa Editrice Valentino Bompiani e C., che già ebbe a pubblicare i precedenti scritti «Nuovi orizzonti della meteorologia» e «Il mare», ha voluto curare anche l'edizione di questa ultima opera: ad essa vada il nostro ringraziamento.

ANTONIO EREDIA

Roma, ottobre 1949.

Capitolo I

IL FUOCO ALLE SUE ORIGINI

I

ADORAZIONE DEL SOLE E DELLA LUCE

La luce, squarciando le tenebre, dovunque desta la vita: e le sue diverse radiazioni, giungendo sull'organismo umano, dànno origine ad effetti biologici con la trasformazione della propria energia calorifica, chimica, elettrica, ecc.

L'epidermide si comporta diversamente a seconda della lunghezza d'onde delle radiazioni che vi incidono. Difatti, mentre la penetrabilità dello spettro visibile della luce solare è massima per i raggi rossi, diminuisce gradatamente per i successivi raggi fino ad annullarsi del tutto per le radiazioni ultraviolette.

Tutti i culti religiosi ebbero inizio dalla adorazione del sole e della luce. I nomi indicanti le divinità derivano dalla radice *di* o *div* che significa luce o illuminare, o colui che risplende; e molti templi furono elevati all'astro apportatore di luce e di calore.

Gli antichi raffiguravano il sole, il Dio Elio, come un bel giovane con gli occhi lucenti, colla chioma a ricci splendenti e adorno di un elmo d'oro. La giornaliera occupazione di Elio era quella di por-

tare la luce del giorno agli Dei e agli uomini, uscendo al mattino dall'oceano d'oriente là dove abitano gli Etiopi per attraversare la volta celeste e rituffarsi la sera nell'oceano presso quella regione dove si diceva egli avesse uno splendido palazzo e i celebri giardini custoditi dalle Esperidi.

Gli Egizii raffiguravano dappertutto e principalmente nel luogo delle adunanze religiose, un cerchio o la figura del sole. Essa era per lo piú situata sull'alto di ogni quadro destinato ai personaggi simbolici piú rappresentativi.

Lo chiamavano l'essere eterno, il padre della vita, l'altissimo. Davanti a questa figura compivano i loro sacrifizii, recitavano le loro preghiere. E, per essere la fantasia sempre rivolta al Sole, in tutte le pubbliche manifestazioni religiose, il popolo riferí questi eminenti titoli e la sua adorazione al Sole; e al concetto di luce associò il concetto di calore. Al popolo si presentava il Sole in forme simboliche, e sulla sommità delle pitture sacre si vedevano uno o due serpenti, caratteri della vita, di cui Dio è l'autore; talora certi fogliami, simboli delle beneficenze e dei doni che Egli elargisce ai mortali, e tal'altra delle ali di scarafaggio, simbolo dei cambiamenti dell'aria dei quali Dio è il dispensatore.

Al tramonto diminuiva rapidamente la mitezza dell'aria; le deliziose aure si raffreddavano, man mano le sensazioni di freddo si accentuavano, e nelle notti le tenebre spingevano gli uomini a rifugiarsi nelle caverne per ripararsi dalle intemperie e dalla rigidità delle ore notturne.

2

Genesi del fuoco

Ai nostri lontanissimi progenitori, durante le notti buie o nelle giornate con cielo coperto da densi nuvoloni, dovettero destare paurose sensazioni di sbigottimento i lampi, i fulmini apparsi nell'infuriare delle tempeste fra lo scroscio di frequenti acquazzoni o l'ululare di venti.

Quelle luci improvvise che attraversavano, ramificandosi, il cielo tetro, accompagnate da tuoni, oltre alla immediata paura di un pericolo sconosciuto, dovettero far supporre l'intervento di sconosciute Divinità come dispensatrici di gravi punizioni.

Il primo contatto col fuoco, nuovo elemento luminoso e caldo, è probabile sia avvenuto allorché, rasserenatosi il cielo dopo una notte di terrore e riapparso il sole, i residui di alberi colpiti dalla folgore scoppiettavano ancora fra la ceneri fumanti.

A quante meditazioni saranno stati indotti quei popoli primitivi dal godimento del tepore che quei tizzoni rossastri di alberi inceneriti producevano e dalle sensazioni dolorose subite nel trasportarli in altri luoghi!

E forse le scintille celesti dovettero far nascere la possibilità di ottenere la luce artificialmente con azioni meccaniche.

Per interpretare le origini del fuoco è necessario richiamare le condizioni naturali che nelle prime età si presentavano agli uomini. Per conservare frutta e liquidi si usavano recipienti ottenuti dalla lavorazione del bambú. Con una scheggia affilata di bambú si segavano le canne della stessa pianta per utilizzarne le varie parti.

Se questa operazione avviene all'aria secca il legno si polverizza, la segatura si riscalda e finalmente si incendia. Se non appena essa comincia ad arrossarsi si soffia sopra e se ne sprigiona la fiamma.

Il fatto di soffiare sopra per ottenere il fuoco costituisce effettivamente la scoperta del fuoco, ossia la conoscenza di esso e la volontà di ottenerlo.

Nelle lingue austro asiatiche, moltissime delle quali ancora primitive, i vocaboli fuoco e giorno, sole e luce sono espresse da vocaboli similari.

Questa specie di identità fonica sembrerebbe quasi voler dimostrare l'identica e la profonda impressione che destarono il fuoco e la luce negli uomini primitivi, che si trovarono ad esprimersi inconsciamente con la stessa fissazione (p, f, h), quasi ad indicare il soffiare (come quando si soffia su una candela iniziando con le labbra atteggiate a p).

Nelle varie lingue austro asiatiche il fuoco è indicato con i seguenti suoni molto somiglianti fra di essi: Giappone, p, h; Rin-Kin f'i, p; Cora, apuei; nelle lingue Atehino, Dagato, Kaneio, Khapi, Tagal colla medesima parola apui; nelle lingue Batak, Bougi, Giavantst, Mahi, Pampanga, Bimaest, con la medesima parola api; nelle lingue Kawi e Maduro con apuj; nelle lingue Lampong con la parola apoi; nell'oceaniano con ahi; nel Giarai con apui; nel Grai con puoi; nel Radt con pui.

Nel Giappone antico (piru > him = sole); nel giopponese posteriore (piru > hiru = giorno); in Rin-Kin (f'iru > p'iru = giorno) vediamo questa idea di sole-giorno girare attorno alla idea fuoco sulla stessa radice. E Hagime Hostu nel suo volume Okasauno tsakutta Nippon (Tokyo XII) sostiene che hito uomo deriva da hino-tokoro, cioè luogo del fuoco, o origine del sole. Per Eraclito di Efeso, l'oscu-

ro, il primo dei filosofi che si affaccia sulle tenebre della nostra storia mediterranea tutto era originato dal fuoco. Ecco, un fuoco pyr senza volerlo si riattacca al pirre dell'antico giapponese e alle altre ventidue variazioni delle citate lingue austro asiatiche.

Lontano da noi l'idea di una qualsiasi affermazione di carattere linguistico, ma soltanto la constatazione di uno strano parallelismo fonico (variato da ogni popolo secondo le sue caratteristiche tonali) sulla stessa idea; però idea senza dubbio fra le prime, la piú importante, la piú appariscente.

Il fuoco sembra, con la sua stessa natura e la sua caratteristica di forgiatore, abbia indotto i popoli a chiamarlo in modo consono alla sua natura (onomatopea del soffiare).

3

Produzione del fuoco

Dopo i primi tentativi dovette sembrare piú comodo ottenere il fuoco con la trapanazione del legno per praticare dei buchi. Successivamente l'attrito tra i corpi strofinati l'uno contro l'altro, la percussione di un corpo sopra un altro piú duro, e, dopo, la compressione dell'aria nell'acciarino pneumatico formarono nuovi metodi per produrre le scintille e per mantenere la continuità nell'emissione di luce in alcune sostanze resinose.

***

Raramente si pensa che se non avessimo usato il fuoco noi saremmo ancora dei primitivi. Si può con-

siderare perciò il fuoco come il primo e il piú importante elemento di civilizzazione.

Il ciclo di una civiltà, della nostra per esempio, dall'inizio ai giorni nostri, si può riassumere in tre fasi: la scoperta del fuoco, la fusione del ferro, il motore a scoppio.

I primi due assolutamente fondamentali, il terzo sintesi del ferro e del fuoco (nella scintilla). Anche qui abbiamo una trilogia (come quella cristiana) ove il terzo elemento (lo spirito) è la sintesi dei primi due ed insieme formano un tutto unico e divino.

Il fuoco quindi con la sua origine misteriosa, il suo potere di fugare il freddo micidiale, di tenere lontano le fiere, di dare la luce, di rendere gradevoli i cibi e, in seguito, quello di fondere i metalli, non poteva non essere considerato dagli uomini come Divinità e come elemento fondamentale e costituente dell'universo, come purificatore.

Ed eccolo pertanto adorato dai primitivi popoli, adorato nel sole, considerato, assieme all'aria, alla terra e all'acqua, principio ed elemento fondamentale dei corpi terrestri, eccolo comparire nelle manifestazioni di tutte le religioni.

In molti antichi miti l'invenzione del fuoco è attribuita a un uccello e in una leggenda cinese un saggio vede un uccello che produce fuoco dando beccate al tronco di un albero: l'uomo lo imita adoperando un ramo della pianta e ottiene il fuoco a sua volta.

Il nome del personaggio è Suy-jin e la parola Suy designa l'asticella con la quale il fuoco viene generato per sfregamento.

Il fuoco è l'emblema della vita.

Il bruciare di un legno o di una torcia è stato sempre assunto di per sé a significare la distruzione

e la morte. Nell'isola di Zante una leggenda popolare narra che nel regno di Caronte ardono una infinità di piccole luci a ognuna delle quali è legata la vita di un uomo, cosicché lo spegnersi di una significa la morte per l'individuo che essa rappresenta.

Nell'antico mito di Meleago la vita dell'eroe era strettamente legata a un tizzone il cui spegnersi coincideva con la sua morte.

Il fuoco e la fiamma sono gli emblemi della vita perpetua e tanto le luci delle chiese quanto le luci che manteniamo vive nelle tombe dei nostri cari rivestono un principio di vita eterna e di immortalità.

Questi sentimenti hanno ispirato la poesia di Niccolò Tommaseo sulla lampada:

La piccola mia lampa
Non, come sol, risplende
Né, com'incendio fuma:
Non stride e non consuma,
Ma con la cima tende
Al ciel che me la dié.
Starà su me sepolto
Viva; né pioggia o vento,
Né in lei le età potranno
E quei che passeranno
Erranti a lume spento,
Lo accenderanno da me.

I greci e vari popoli dell'Asia Minore considerarono il fuoco simbolo di Dio.

Presso i Giudei fu conservato il fuoco perpetuo per ordine di Dio.

Narra Mosè che Dio otto giorni dopo la costruzione del tabernacolo, abbia mandato dal cielo il fuoco sull'altare e sulle vittime, e i sacerdoti usava-

no quel fuoco nei sacrifici; e Nadab e Abin che non l'usarono furono uccisi dal fuoco scagliato dal cielo.

Questo fuoco doveva essere e fu sempre conservato dai Sacerdoti con somma cura fino all'occupazione babilonese e all'incendio del Tempio. Allora i Sacerdoti portarono via dal Tempio il fuoco e lo nascosero in una buca; e coloro che per ordine di Nehemia lo cercarono in quel luogo non trovarono il fuoco ma acqua che si mutò nuovamente in fuoco mentre il sacerdote faceva sacrifici.

I Sacerdoti usarono poi il fuoco nel secondo Tempio di Zoro Babele.

4

I simboli del fuoco

I simboli del fuoco furono escogitati per agevolare l'istruzione del popolo e per richiamare la mente per mezzo di una rassomiglianza e di una relazione tra la figura e la cosa proposta. Il fuoco fu un simbolo universale e mantenevasi perpetuamente nei luoghi ove solevano congregarsi i popoli. Simbolo atto a dare loro un'idea sensibile della potenza, della bellezza, della purità e dell'eternità di quell'Essere che venivano ad adorare.

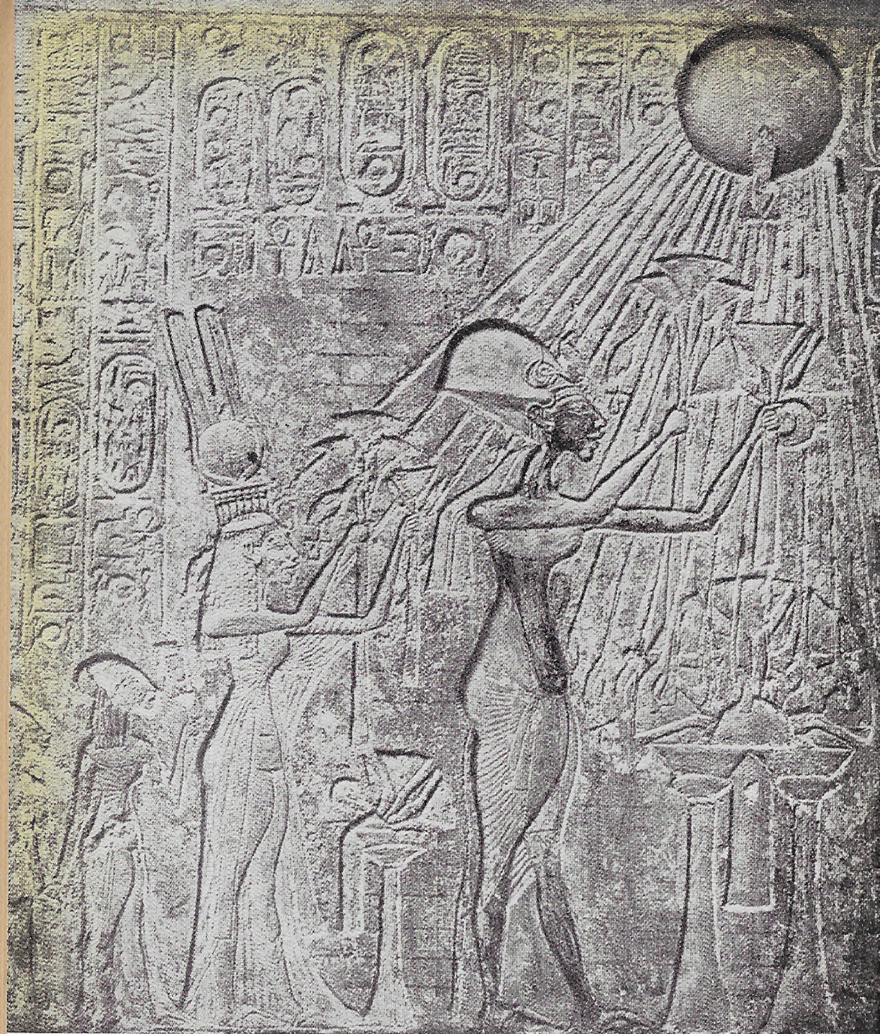
Il fuoco era la piú perfetta immagine della Divinità; è simbolo dell'amore e della purezza divina che gli uomini, soprattutto i Sacerdoti, devono imitare.

I pritanei dei Greci erano focolari perpetui.

E a Roma con pari rispetto le Vestali conservavano il fuoco sacro e la castità, e lo stesso fuoco, simbolo della vita e dell'amore, chiamavano Vesta: cosí infatti canta Ovidio nei Fasti:



Tav. I - Giuseppe Arcimboldi: *Il Fuoco*



Tav. II. - L'adorazione del Sole presso gli Egizi. - Cairo, Museo.

Nec tu aliud Vestam, quam vivam intellige flammam,
Nataque de flamma corpora nulla vides.
Iure igitur virgo est quae femina nulla remittit,
Nec capit, et comites virginitatis amat.

Secondo Ovidio il fuoco nulla genera.

Nataque de flamma corpora nulla vides.

Secondo Varrone invece tutte le cose si producono per mezzo del fuoco (per eum omnia producantur).

Per i Cristiani è fuoco lo Spirito Santo che nel giorno delle Pentecoste discese simile a lingue di fuoco sugli Apostoli.

Le fiamme che si elevavano dai roghi accesi erano le piú lampanti manifestazioni della potenza, dell'energia, della efficienza della vita.

... Ahi, ma la ria
Fiamma pur vive e pur divampa orrenda

Carducci, libro I - XVII.

Le impetuose lingue rossastre che prorompevano dallo schioppettio degli arbusti, dal fogliame rossastro, dalle sostanze in combustione, si associavano sempre in tutte le festività a grandi entusiasmi.

Presso gli antichi era uso generale andare, nel giorno delle nozze, avanti allo sposo e alla sposa con fiaccole e lampade accese. Gli amici dello sposo portavano una torcia di legno resinoso, le giovani donzelle, amiche della sposa, portavano una lampada.

Ognuno aspettava il momento in cui lo sposo andava a rilevare la sposa dalla casa dei suoi genitori per condurla a casa propria; appena egli compariva, i giovani intonavano cori agitando fiaccole.

Il giorno delle nozze si annunziava con ornare di fiori e di fogliame la porta della casa della sposa e

dello sposo, e si aggiungeva la figura di un giovane che portava una lampada o una torcia e accanto vi era la figura di un'Iside che denotava il giorno della luna in cui era fissata la cerimonia.

Questo giovane portava il nome di Imeneo. E queste figure simboliche volevano significare la visita degli Dei per rendere piú allegra e piú felice la imminente cerimonia.

Anche negli affetti piú intimi, nella vita famigliare e nella festività le fiamme predominano in modo assoluto.

5

Origine del fuoco

Secondo gli antichi il fuoco era un elemento: si poteva prendere ove esso si trovava, raccoglierlo, trasportarlo, ma non si poteva produrre.

Il fuoco si poteva sparpagliare qua e là o lasciarne sfuggire parte, poteva spegnersi ma non distruggere.

Quando si pensava di annientarlo nelle braci e nei tizzoni versandovi acqua, il fuoco sussisteva interamente nel fumo che abbruciava il viso e le mani.

Il concetto del fuoco fu associato al calore e per parecchi secoli, i fenomeni della combustione furono attribuiti ad una sostanza, il flogisto, che generava fiamma, calore, luce.

Si riteneva che scaldando i metalli all'aria essi perdessero la materia del fuoco (il flogisto). Cioè tutti i corpi combustibili contenevano il flogisto e bruciando essi si separavano da esso.

E i vari fenomeni che si osservano nella combustione venivano attribuiti alla violenza con la quale

il flogisto veniva espulso dai corpi ove era contenuto.

I filosofi e i poeti generalizzarono questi concetti materialisti e considerarono l'anima costituita da un fuoco sottile, atto a spiegare a un tempo il calore naturale dell'organismo e a determinare tutti i fenomeni fondamentali delle attività vitali e psicologiche dell'organismo.

Piú tardi, per spiegare il fatto che i metalli riscaldati all'aria perdevano il loro splendore e si trasformavano in terre, Boyle attribuí questa trasformazione al flogisto. Rey aveva supposto che l'aumento di peso dovesse dipendere da aria fissatasi nel metallo. Lavoisier dimostrò esatta l'ipotesi di Rey e fondandosi sulla proprietà del mercurio che, riscaldato all'aria, si ossida, trovò che l'aria era composta da due gas distinti, ossigeno e azoto.

Successivamente, e fin quasi tutto il XVIII secolo, si ammise che il calore si comportasse come un fluido che si poteva travasare da un recipiente in un altro.

Il calore fu assimilato ad un fluido imponderabile e indistruttibile, la cui accumulazione o rarefazione su un corpo apportava aumento o diminuzione della temperatura. I cambiamenti di stato erano attribuiti a combinazioni tra il calore e la materia.

Ammettere che il calore fosse indistruttibile, significava ammettere che la quantità di questo fluido contenuto in un corpo riprendeva il medesimo valore allorché il corpo fosse ritornato al medesimo stato indipendente dalle trasformazioni da esso subite.

Le considerazioni teoriche del Mayer e le ricerche sperimentali di Joule, fecero abbandonare la concezione degli antichi nel ritenere il calore come un fluido imponderabile e indistruttibile, e mostrarono

invece che un corpo può perdere o guadagnare calore per suo lavoro o per azioni esterne.

Secondo la teoria meccanica il calore non può considerarsi come materia e l'energia calorifica viene assimilata all'energia meccanica e attribuita al movimento delle molecole. Cioè si ammette che le molecole dei corpi materiali siano animate da movimenti incessanti, la cui velocità è tanto piú grande quanto piú elevata la temperatura.

Pertanto, se si riscalda un corpo, in questo le molecole assumono un movimento vibratorio la cui ampiezza è tanto piú grande quanto piú è elevata la temperatura.

Come scrisse Planck, secondo l'ipotesi atomica, l'energia termica di un corpo altro non sarebbe che l'insieme dei movimenti finissimi, rapidissimi, irregolari delle sue molecole, ed il passaggio di calore da un corpo caldo ad un corpo freddo sarebbe da attribuire all'adeguarsi in un valore medio delle forze vive delle molecole che continuamente si urtano scontrandosi sulla superficie di contatto dei due corpi.

Capitolo II

I FUOCHI NATURALI

6

La folgore

Nelle giornate prossime a perturbazioni, non di rado si diffondono nel cielo, non ancora annuvolato, luci intermittenti sorte in vicinanza dell'orizzonte e provenienti da scariche elettriche lontane: vivaci bagliori che illuminano a giorno tutto quanto ci circonda: lampeggia!

Nelle giornate burrascose, mentre tetre nubi sono sconvolte da venti e scrosci di pioggia ad intervalli si rovesciano con irruenza, talvolta il cielo è solcato da guizzi luminosi, che come nastri si snodano attraverso lunghi tratti e lateralmente si dipartono ramificazioni piú o meno estese.

Questi lampi attraversano spesso spazi grandissimi e sulla volta del cielo plumbeo le ramificazioni, intercciandosi o raggomitolandosi, percorrono distanze chilometriche: questi lampi sono dovuti a scariche elettriche fra nubi vicine a potenziali elevati di segno diverso. Nel contempo rumori cupi si diffondono tutto attorno, talvolta assordanti e preceduti da scricchiolii come rotture di cardini di armature

metalliche, tal'altra susseguiti da echi che man mano si dileguano.

Una nube temporalesca può essere assimilata da un enorme condensatore, di cui l'aria è il dialettrico, la terra e la nube sono rispettivamente le due armature.

Non bisogna dimenticare che la nube non è un conduttore, ma consta di una moltitudine di piccole gocce di acqua, conduttori sospesi in un mezzo isolato: l'aria.

La carica elettrica nella nube non è distribuita sulla sua superficie come nel piatto di un conduttore metallico, ma si trova ripartita sul maggior volume delle gocce d'acqua e sugli ioni che si accumulano dappertutto sulla zona occupata dalla nube.

La nube carica di elettricità attrae dal suolo sottostante e vicino un uguale ammontare di carica di segno opposto. Tra la carica della nube e la carica del suolo si stabilisce un campo elettrico analogamente a quanto avviene tra le cariche dei piattelli di un condensatore. Quando questo campo raggiunge una certa intensità critica, avviene una scarica tra nube e terraferma. Si ha allora la folgore, il fulmine, che come frammenti di corpi incandescenti si precipita dal cielo sugli oggetti terrestri, apportando piú di frequente danni ingenti ad edifizi, abbattendo alberi e di rado colpendo viandanti.

Se la base della nube è caricata positivamente la folgore si propaga nell'aria elettrizzata negativamente, per induzione ramificandosi dalla nube verso il suolo.

Se invece la base della nube è caricata negativamente, l'aria vicina e le parti salienti del suolo per induzione si caricano positivamente e quindi la fol-

gore inizia dalla terra e, ramificandosi, si proroga dal suolo verso la nube.

Il rilievo del suolo non ha eccessiva influenza, salvo nel caso di punte molto acute; ne ha molta invece la costituzione geologica del terreno. Le rocce ignee, soprattutto i graniti, sono piú frequentemente colpiti dalla folgore, mentre le rocce sedimentarie e soprattutto i calcari compatti lo sono piú raramente. Sembra che la frequenza della folgore sia piú elevata nella zona di contatto di terreni diversi.

La folgore è accompagnata da luce molto intensa, che può assimilarsi alla luce di una comune candela alla distanza di 30 cm., e, se si ammette che lo spazio illuminato dalla folgore sia di 10 km., si può calcolare la luce totale equivalente a 10 milioni di candele poste alla distanza di 30 cm. Talvolta la folgore, se proviene da poca altezza dalla terraferma, giunge a penetrare nel suolo fino a 10-15 metri, e se trova materiali silicei li fonde dando luogo a sostanze vetrificate. Talvolta si formano dei veri globi di fuoco i quali cadono come corpi pesanti, oppure galleggiano e nuotano in seno all'aria: ruzzolano sul suolo secco o bagnato: resistono alla forza del vento, sfuggono anche ai lampi lineari semplici o ramificati. Qualche volta i fulmini globulari compaiono a cielo sereno e senza indizio di temporale.

I fulmini globulari penetrano financo nelle case, attraversano muri e dopo brevi istanti scompaiono bruscamente producendo una violenta esplosione. Sembra che questi fulmini globulari traggano origine dalla materia fulminante illustrata da E. Mathies, cioè dalla combinazione con contrazione endotermica degli elementi dell'aria sotto l'influenza delle alte temperature prodotte e dell'energia della scarica che attraversa l'aria.

Questa materia fulminante raffreddandosi diviene instabile e detonante; può talora assumere la forma sferica e cadere al suolo, come confermano i parecchi casi verificatisi e che furono illustrati da I. Galli. Possono cosí essere spiegati i due tuoni consecutivi che si verificano durante un lampo e cioè: il tuono cosidetto centripeto previsto da Arago, e che proviene dall'aria circostante che si precipita nel vuoto prodotto dalla contrazione dei diversi elementi della materia fulminante, e il tuono cosidetto centrifugo, previsto da Schopenhauer, proveniente dall'esplosione ulteriore dell'esplosivo formatosi a spese dell'aria. Con l'esplosione si risolvono gli elementi che sono quelli dell'aria, senza formazioni di composti intermediari.

È veramente paurosa in aperta campagna l'irruenza con la quale si alternano i guizzi luminosi come se provenissero da un gigantesco fuoco e gli assordanti rumori del tuono: e i primi abitanti dovettero spauriti rinchiudersi nelle spelonche e attribuire a queste improvvise luci una origine divina e un mezzo sovrumano di fugare le nubi.

Anche oggi ammiriamo questi grandiosi fenomeni atmosferici, ma sotto ben altri aspetti: in essi vediamo l'energia che si svolge attraverso le nubi e aneliamo al pensiero che un giorno anche questa energia possa essere utilizzata.

7

Fuochi di Sant'Elmo

Nelle notti burrascose, dopo profonde perturbazioni atmosferiche con violente folate di vento, l'apparizione di fiocchetti luminosi, di bagliori, sulle e-

stremità delle alberature delle navi, su qualche parte del cordame, rincuora gli animi dei naviganti che in essi vedono il preannunzio della fine dell'uragano.

Gli antichi consideravano queste apparizioni il preludio dell'intervento di Castore e Polluce in soccorso dei marinai.

Seneca scrisse che durante le violenti tempeste si vedevano delle stelle posarsi sulle vele delle navi.

Plutarco narra che nella guerra fra Sparta e Atene al momento in cui la flotta di Lisandro usciva dal porto di Lampaco per attaccare quella Ateniese, fuochi andarono a posarsi ai due lati della galera del generale lacedemone.

E poiché Sant'Elmo, alterazione di Sant'Erasmo (vescovo e martire venerato a Gaeta e morto verso il 304), è il protettore dei naviganti, queste scintille evanescenti sono note come fuochi di Sant'Elmo.

Nel medio evo Sant'Elmo ebbe un culto vivo e diffuso nei mari del Mediterraneo come ampiamente illustrò Raffaele Napolitano.

Secondo una leggenda diffusa in Sicilia, si vuole che Sant'Elmo fosse un vescovo siciliano che si ammalò durante una violenta burrasca. Prima di morire promise ai marinai che gli erano compagni di apparire loro se essi per destino si fossero salvati da tanto pericolo. Infatti, poco dopo la sua morte, apparve una fiammella sull'albero maestro e i marinai nel pensiero che sarebbero stati salvi, diedero ad essa il nome del Vescovo chiamandoli fuochi di Sant'Elmo.

I marinai delle navi di Cristoforo Colombo durante il secondo viaggio (ottobre 1493) nella notte buia videro sette candele accese sopra la gabbia mentre scrosciava la pioggia e si susseguivano assordanti tuoni. I marinai salutarono con gioia tali fuochi per

la convinzione che il pericolo della tempesta era passato.

Antonio Pigafetta, patrizio vicentino che accompagnò Magellano negli anni 1519-1522 nel primo viaggio intorno al globo terraqueo, nel libro I° narra che nelle burrasche molte volte apparve il corpo di Sant'Elmo, e dopo una procella durante una notte burrascosa apparve come una face ardente di vivo splendore: poco dopo il mare si calmò.

Herrera, istoriografo spagnolo delle Indie, raccontò (1600) che durante le grandi tempeste Sant'Elmo si mostrava al sommo degli alberi di parrocchetto come uno o due ceri accesi. Queste apparizioni erano salutate da acclamazioni e da lacrime di gioia.

L'Ariosto nell'Orlando Furioso, canto XIX, dopo aver descritta la furiosa tempesta durata quattro giorni e che mise in pericolo la nave di Marfisa, d'Astolfo e di altri eroi canta:

Ma diede speme lor d'aria serena
La disiata luce di santo Ermo,
Ch'in prua s'una cocchina a por si venne,
Che piú non v'eran o arbori, né antenne.
Veduto fiammeggiar la bella face,
S'inginocchiaro tutti i naviganti,
E domandaro il mar tranquillo e pace
Con umidi occhi e con voci tremanti.
La tempesta crudel, che pertinace
Fu sin allora, non andò piú inanti.

Terenzio Mamiani nell'inno al Santo (Parigi 1836) cosí si esprime:

Quando il chiaror che subito lampeggia
Sull'antenne supreme e lambe e guizza

A quelle intorno con volubil fiamma
Suo messaggio creduto e di Sant'Elmo
Vien detto fuoco e si dirà per sempre.

In un bel quadro di S. Maria Fontibus in Albenga Sant'Elmo è raffigurato nell'atto di implorare alla Vergine l'aiuto per una nave illuminata da una candela accesa (il fuoco di Sant'Elmo) sorretta da un angelo.

Anche nelle alture talora si notano queste specie di effluvi elettrici e dalle picozze e dalle aste metalliche si distaccano continue scintille di magico effetto nelle notti buie.

Nelle manifestazioni piú intense di questi effetti, si notano dei fiocchi luminosi semplici o piumati di diversa grandezza: i piú sviluppati (da 1,5 a 5 cm.) sono dovuti a tensione elettrica positiva, mentre quelli piú piccoli a effluvi negativi. Non di rado numerose stelline bianche al centro e bluastre ai bordi, descrivono traiettorie luminose che intersecano in piú parti formando ramificazioni varie attorno a ciuffi tremolanti.

I fuochi di Sant'Elmo talora appaiono sui campanili.

Narra Giulio Cesare che nel mese di febbraio, verso la seconda veglia della notte, si alzò di improvviso un nuvolone seguito da piogge di pietre; e la stessa notte le punte delle picche della 5ª legione parvero infiammarsi.

Secondo Procopio, un fenomeno simile apparve sulle lance e sulle picche dei soldati di Belisario nella guerra contro i Vandali.

Tito Livio narra che le picche di alcuni soldati in Sicilia sembravano fossero accese, e le corazze si mostrarono luminose e brillanti di numerosi fuochi.

Anche sulle persone che transitano per luoghi montuosi, trovandosi esse nella situazione di avere un elevato potenziale elettrico sulle braccia, sulla testa e sulle mani accade che si manifesti una continua apparizione di effluvi elettrici, senza che esse risentano di alcun disturbo fisico.

Durante i temporali con pioggia e con neve, quando le nubi sono basse, la tensione elettrica può acquistare sulle montagne e sulle colline un alto valore, e allora avvengono delle scariche elettriche silenziose sotto forma di effluvi o di sprazzi, o di lievi fumate.

Fenomeni analoghi si ripetono nei deserti sabbiosi quando il ghibli solleva gran quantità di granuli: dalle tende dei beduini, dagli animali, dagli oggetti gli effluvi prendono consistenza e da lontano si assiste a fantastiche luminarie di intensità oscillante.

8

Fuochi fatui

Nelle notti serene, passando vicino ai cimiteri, accade talora di vedere per pochi secondi delle fiammelle azzurrognole che rapidamente si disperdono per riapparire ben presto quasi nel medesimo posto. Non si ha produzione di fumo e il fogliame sul quale spesso passano non presenta alcuna bruciatura.

Queste fiammelle erranti, vacillanti, hanno sempre destato una triste impressione nelle menti superstiziose delle popolazioni. La fantasia le ha considerate come anime erranti fra le ruine e piú volte hanno atterrito nel silenzio della notte coloro che le vedevano guizzare fra i tumuli dei cimiteri.

Talora si sviluppano all'improvviso all'apertura di antichi sepolcri.

Nelle fosse ove giacciono corpi non ben seppelliti, alla sera si innalzano nell'aria leggere fiammelle turchine. Ai feroci bombardamenti di città inermi sopravvivono queste fiammelle notturne che ricordano le numerose vittime della ferocia degli uomini assetati da predomini terreni.

Queste fiammelle sono dovute al distacco, dalla decomposizione di sostanze organiche, di piccole polle di idrogeno fosforato gassoso che si infiammano spontaneamente a contatto dell'aria. È molto probabile che la quantità di idrogeno fosforato liquido sia in cosí poca quantità da brillare soltanto per fosforescenza.

Nei tristi momenti dell'imminente naufragio di naviglio, i marinai lanciano in mare delle boe di salvataggio che contengono frammenti di fosforo di calcio che a contatto con l'acqua producono un miscuglio di idrogeno fosforato gassoso con idrogeno fosfato liquido che si infiamma spontaneamente a contatto dell'aria producendo corone di fumo bianco che si innalzano nell'aria sviluppandosi. Si producono in tal modo delle segnalazioni visibili anche a grande distanza.

9

I paesi del fuoco

Nella zona dei vulcani attivi il fuoco appare ad intervalli sotto forma di fiammate che arrossano gli orizzonti serotini; i maestosi pini carichi di cenere che erompono dai crateri appaiono macchiettati di un rosso purpureo dai guizzi continui dell'attività

del magma, che erompe dal cratere centrale o dalle bocche laterali e in torrenti di lava attraverso cammini tortuosi raggiunge i pianori bruciando e abbattendo quanto si frappone al suo avanzare.

La superficie della lava fluente di rosso rubino scuro presenta delle ondulazioni come un torrente in rapida pendenza, trasporta spesso enormi blocchi incandescenti che, portati alla superficie, si profilano in modo bizzarro come strane figure natanti.

Il Vesuvio eccelleva su tutti i vulcani delle nostre latitudini per la continua attività che, sin dalla grande eruzione che seppellí con strati spessi di cenere Pompei e con lapilli cementati dalle acque piovane Ercolano, si manifestava continuamente con emanazioni di un rosso acceso che quasi sempre prorompevano dal cratere centrale.

Talora boati prolungati accompagnano le esplosioni dei materiali friabili che a poca altezza al disopra del vulcano si allargano come grandiosi crisantemi, che poi si sminuzzano in minutissime schegge irradianti tutto attorno a guisa di fantastica raggiera.

Le eruzioni dell'Etna sono piú rare, ma ogni qualvolta il Mongibello si desta, si succedono convulsioni telluriche, luci erompenti dal vulcano, e correnti laviche di grande impetuosità e violenza. Brani di lava scagliati in aria talvolta sono cosí copiosi da presentare la forma di una colonna di fuoco e in alto le pietre infocate sparpagliandosi ricadono sui fianchi del monte e vi brillano per alcuni istanti.

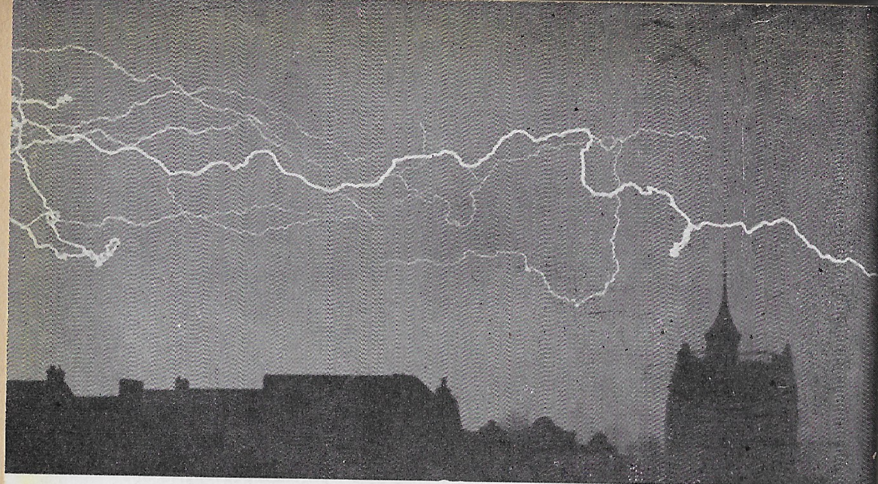
In prossimità del cratere la lava è spesso fluida e appare come una coltre ondulata che irradia viva luce fino a grande distanza; e talvolta delle fiammelle biancastre si levano dalla massa fluida. Son resti di piccoli volatili che, attirati dall'eccezionale



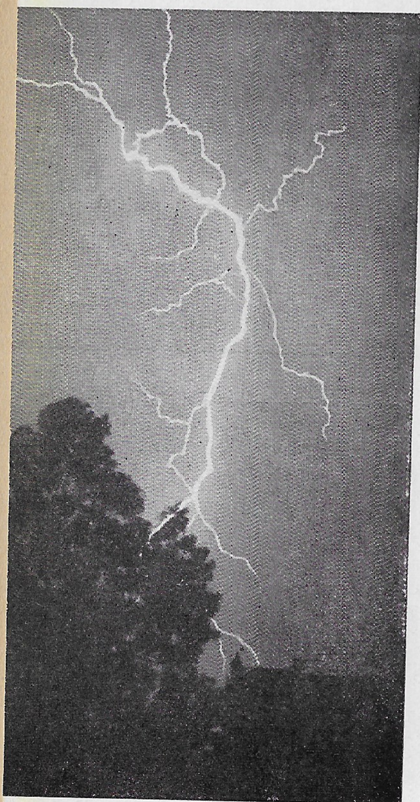


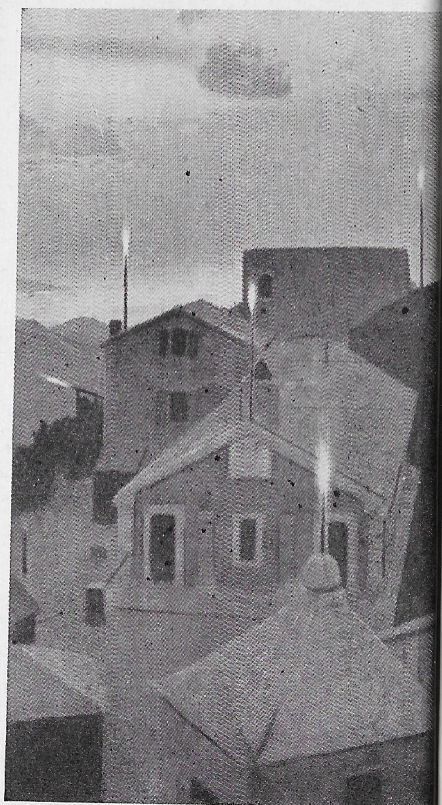


Tav. III. - L'adorazione del Sole, della Luna e delle Stelle presso gli antichi Assiro-Babilonesi. - Parigi, Museo del Louvre.



a





b *c*

Tav. IV. - *a*) Il lampo. *b*) Il fulmine. *c*) I fuochi di Sant'Elmo.

luccichio, si dirigono verso quei luoghi e accecati dallo strano bagliore vengono quasi attirati dalla massa ignea.

Anche le eruzioni dello Stromboli e di Vulcano, nelle isole Eolie, spesso assumono aspetti imponenti. Si formano strisce luminose sulla lava, i brani, staccandosi, rotolano e le scorie di colore rosso vivo cadono sul pendio; durante i getti piú violenti di materie infocate la cima del monte s'illumina, e la colonna dei vapori si tinge di vividi riflessi.

I massi incandescenti appiccano il fuoco alle ginestre e una fiamma piú chiara si eleva facendo contrasto con i riverberi rossi della colonna di vapore e coi blocchi infocati.

In altre regioni, come nell'isola di Giava, prorompono dai vulcani getti di acqua bollente insieme con pietrame incandescente.

Il Bromo, il piú grande vulcano di Giava, è rinomato unitamente al Mesapi pel frequente lancio di imponenti fiammate, e lo stesso dicasi pel vulcano di Fuego nel Guatemala che viene annoverato fra i piú attivi della terra.

Un vulcano rappresenta un punto della superficie del globo la cui temperatura può raggiungere in modo ritmico e permanente un grande eccesso sulla temperatura dei punti immediatamente vicini.

I magma attivi nel punto esplosivo sviluppano gas con tale pressione da spiegare tutti i fenomeni vulcanici.

La lava è una miscela di rocce in parte fuse e in parte solide in cui è disciolta o diffusa una grande quantità di gas e di vapori che ne aumentano l'apparente fluidità.

Il magma ci rappresenta lo stato in cui si trova la massa della terra oltre una certa profondità, stato

che nelle sue manifestazioni meccaniche può presentarsi come fluido.

Nelle epoche remote gli incendi dei vulcani erano avvolti da dense nebbie e la storia di essi si connette al dominio della Mitologia e si confonde con le allegorie e le bizzarre tradizioni.

Plutone prorompe dall'Erebo in Sicilia, rapisce Proserpina figlia di Cerere e questa accende le fiaccole sull'Etna in cerca della figlia rapita.

Analoghe segnalazioni vedono i naviganti che ritornano dopo lunghi viaggi nella visione lontana dei fuochi vulcanici; gli animi affranti dalle fatiche si sentono rincuorati da questi saluti festosi dei patrii lidi.

Se i vulcani con la violenza delle eruzioni distruggono talora feraci terreni che dopo decenni ritornano rigogliosi con un lento e continuo lavoro di dissodamento del materiale pietroso depositatosi, dall'altra con le manifestazioni ignee mostrano ancora come il fuoco sia indice di vitalità, di energia; essi svolgono altresí una grande funzione riparatrice in lunghi periodi contro le erosioni prodotte dal mare e dagli agenti atmosferici.

10

Le eruzioni solari

Le diverse radiazioni luminose, gli effetti calorifici che ci apportano le fiamme, le violente eruzioni che erompono con esplosioni e lingue di fuoco dai vulcani, le procelle che guizzano in concomitanza di perturbazioni magnetiche e elettriche, i vortici che sotto forma di trombe sconvolgono le zone che attraversano, tutto quanto vediamo di tumulto e di

agitazione connesso con la luce, col calore, col fuoco è una miniatura di quanto con maggiore intensità si verifica sull'astro maggiore: il Sole.

Questo immenso corpo celeste (il diametro è 109 volte il diametro della Terra; il volume 1.300.000 volte quello della Terra; la massa 333.430 volte quello della Terra; la densità in confronto dell'acqua 1,40 = 0,255 di quella della Terra; la gravità alla superficie 28 volte quella della Terra; la temperatura alla superficie del Sole, circa 7.000°) è teatro di tanti imponenti fenomeni.

Le fiamme sul Sole presentano uno sviluppo e una imponenza rilevante; purtroppo soltanto durante le eclissi totali a noi è consentito osservare ad occhio nudo le immense eruzioni quali appaiono sul bordo del sole.

Dall'anello cromosferico di uno splendido colore purpureo si vedono sorgere delle magnifiche fiamme di varie forme, di colore rosso o purpureo e la loro cima splende di un bianco argenteo.

Questi coni di fiamme (alte intorno a 700 Km.) piú o meno verticali sono l'una presso l'altra come le erbe di un prato. Si possono osservare in ogni tempo usando lo spettroscopio combinato col telescopio e raggiungono talora dimensioni colossali (700 Km. e anche di piú).

Vi sono delle protuberanze eruttive formate da lingue acute, lucidissime che appaiono e si divergono rapidamente dalla cromosfera. Le protuberanze hanno un ciclo undecennale di frequenza corrispondente a quello delle macchie.

Dall'aureola che circonda il sole eclissato si vedono spiccare dei sottili getti luminosi, dei pennacchi divergenti dai due poli solari e convessi verso di essi, sí da formare due raggiere diametralmente opposte.

Durante le epoche di minima attività solare prevale il tipo cosidetto equatoriale, cioè si manifestano lunghi pennacchi in prossimità dell'equatore e corti pennacchi a ventaglio ai poli.

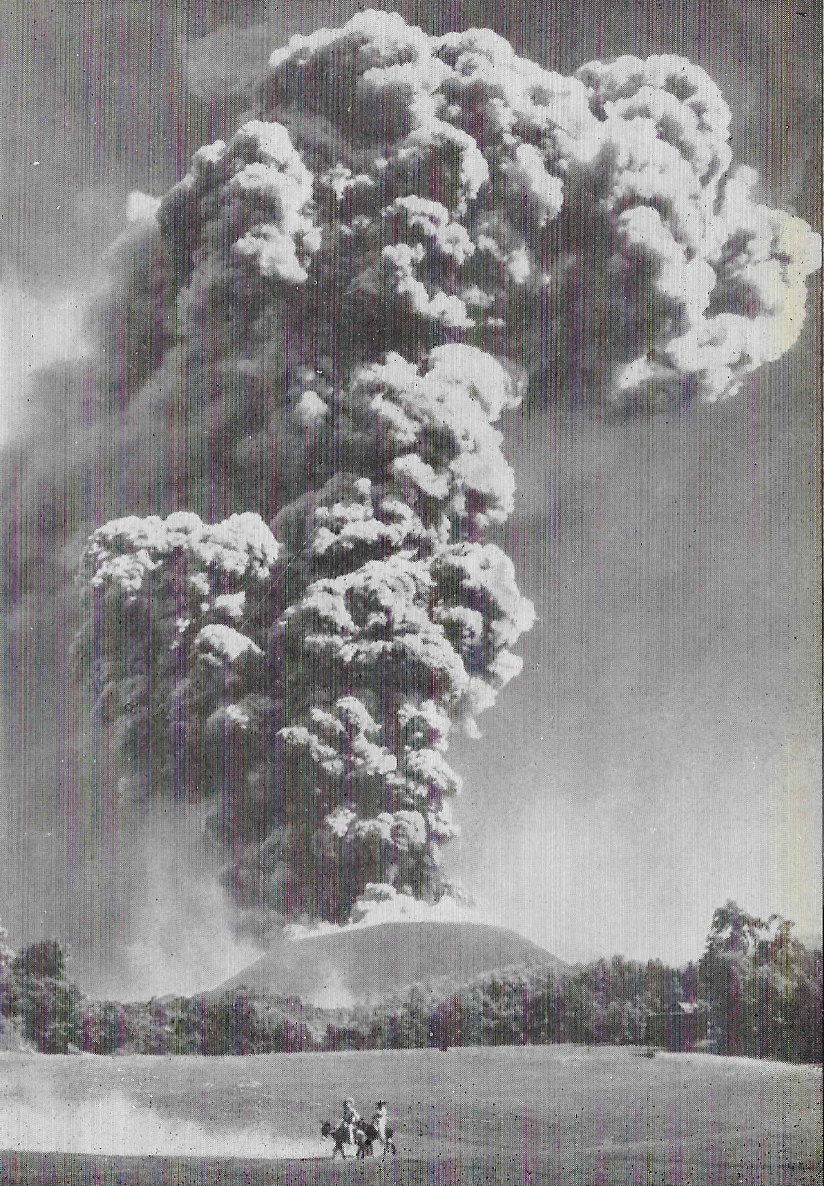
Nelle epoche intermedie prevale l'aspetto di una farfalla, ossia l'aspetto di grandi ali tanto ad Est quanto ad Ovest comprese fra le latitudini eliografiche di circa — 75° e di + 75° e pochi raggi ai poli.

Sembra che i pennacchi coronali siano generati dalle esplosioni di sottostanti protuberanze.

Sulla fotosfera, strato piú vivamente luminoso, superficie visibilmente limitante il disco solare, e che appare formata da fitte nubi ascendenti, globulari o allungate come il nostro cielo quando è coperto da cumuli frammentati, il cosidetto cielo a pecorelle, talora si formano delle interruzioni oscure che hanno aspetto crateiforme. Di struttura a spirale, esse hanno fondo nero e le pareti grigie e sono dei vortici analoghi ai vortici, ai cicloni della nostra atmosfera.

Nella parte alta del vortice di queste macchie solari (che possono avere un diametro anche 8 volte e piú di quello della Terra) fino a 25.000 Km. i materiali piú leggeri come idrogeno, calcio, magnesio etc. affluiscono verso il centro e sono trascinati in giú come nelle nostre trombe marine e penetrano nel nucleo della macchia nella parte bassa del ciclone, mentre i materiali più pesanti come ferro, bario, piombo ecc. defluiscono verso il contorno della macchia. Le macchie solari hanno un periodo di frequenza non molto regolare colla durata media di undici anni e un mese.

Le protuberanze sono immense sorgenti di radiazione e apportano alla nostra atmosfera una ionizza-



Tav. V. - Il vulcano *Paricutin* (America centrale) in eruzione.

a

b

Tav. VI. - *a*) Protuberanza eruttiva del sole. Fotografia del Monte Wilson. *b*) Grande protuberanza solare di 400.000 km. di lunghezza (maggio 1919).

zione suppletiva che aumenta l'efficacia della ionisfera.

Quale intima correlazione interceda fra i fenomeni solari e i fenomeni terrestri non è lecito per ora enunciare in modo definitivo, ma è da attendersi una completa o almeno sufficiente comprensione in modo che dalle manifestazioni verificatesi sulla superficie del sole potremo trarre elementi correlativi con quelli che si verificheranno sul nostro globo.

Capitolo III

I FUOCHI ARTIFICIALI

II

Le fiammate

A Roma e in diverse città era tradizione accendere dei grandi falò alla vigilia di San Giovanni Battista.

Presso i pagani con analoghi fuochi si praticava il culto del sole e piú tardi si ricordò il solstizio di estate.

Nell'anno 362 sotto Giuliano l'Apostata, i pagani scoperchiarono la tomba di San Giovanni Battista a Samaria di Palestina (ove i discepoli l'avevano seppellito dopo la sua decapitazione), ne bruciarono i resti con quelli del profeta Eliseo e ne dispersero le ceneri al vento. Il mondo cristiano, inorridito dinanzi a tanto sacrilegio, commemorò l'atto criminoso con fuochi che annualmente si rinnovano nella festività di San Giovanni.

Questa tradizione fu seguita nei secoli passati con molta pompa specialmente in Francia. Dapprima a Parigi, nella ricorrenza di San Giovanni, si bruciavano ad ogni quadrivio piccoli ceppi isolati; in seguito si bruciarono dei monumentali falò. Normalmente

si bruciava una catasta di legna a forma di albero dell'altezza di circa 25 metri intramezzata da fascine e da paglia ben secca e cosparsa di castagnole, razzi e petardi disposti a diversa altezza in modo che gli scoppi ne risultassero intervallati.

In occasione di grandi avvenimenti, di nascita di principi, al giungere di notizie di vittorie o di fortunati eventi, si esprimeva la letizia con l'accensione di grandiose cataste di legname e le fiammate che si elevavano impetuose erano accompagnate da grida di gioia che esplodevano dagli spettatori in ammirazione delle lingue di fuoco che ora si intensificavano ora si distendevano sprigionando faville nella buia atmosfera.

Poi, come 'l fuoco muovesi in altura,
per la sua forma ch'è nata a salire
là dove piú in sua matera dura;

Purg. XVIII - 28 - 30.

Dagli storici viene ricordata la fiammata del 23 giugno 1528: Re Francesco I accese personalmente il rogo, e un Te Deum fu cantato nella Chiesa di Notre Dame.

Nel giugno 1548 l'accensione del rogo fu fatta da Enrico II, e nel giugno 1598 da Enrico IV; in questa occasione si festeggiò il trattato di pace concluso con il Re di Spagna e col Duca di Savoia.

L'ultima accensione di simili roghi ebbe luogo dinanzi alla Bastiglia alla presenza della guarnigione giubilante e con spari di artiglierie e moschetterie.

La rivoluzione del 14 luglio soppresse queste manifestazioni a carattere ufficiale che continuarono in

alcuni paesi, specie nelle zone collinose, sempre come manifestazioni di allegria.

Fino a pochi anni fa in Roma erano di consuetudine le fiammate nella notte della vigilia della festività di San Giovanni e i diversi rioni gareggiavano nell'imponenza dei falò che bruciavano fra gli schiamazzi e manifestazioni di gioia degli spettatori, che talora si disponevano attorno per assistere alle fasi dell'accensione.

In alcuni luoghi della Sicilia e a Catania alla vigilia dell'Ascensione, sul far della sera, si accendevano dei falò (i vamparigghi) nelle piazze e nei crocevia. Tali fuochi avevano un significato sacro: simboleggiavano la nuvola d'oro che avvolse Gesú Cristo nascondendolo alla vista degli Apostoli all'atto della sua Ascensione.

12

Le autocombustioni, gli incendi

Le fiamme piú vistose che proiettano vividi sprazzi di luce e con notevole sviluppo di calore, si producono nelle combustioni cioè nelle combinazioni dei corpi con l'ossigeno dell'aria a temperature elevate.

Le fiamme sono luminose se nei prodotti gassosi della combustione si trovano sospese particelle solide, ma se l'afflusso dell'ossigeno è continuo e sempre crescente, la combustione sarà completa, il calore sviluppato si accentuerà e nel contempo diminuirà il potere illuminante.

Nella reazione che avviene durante la combustione i due corpi bruciano l'uno con l'altro e non uno nell'altro; la combustione avviene sempre ad una

determinata temperatura variabile a seconda della natura del corpo che brucia.

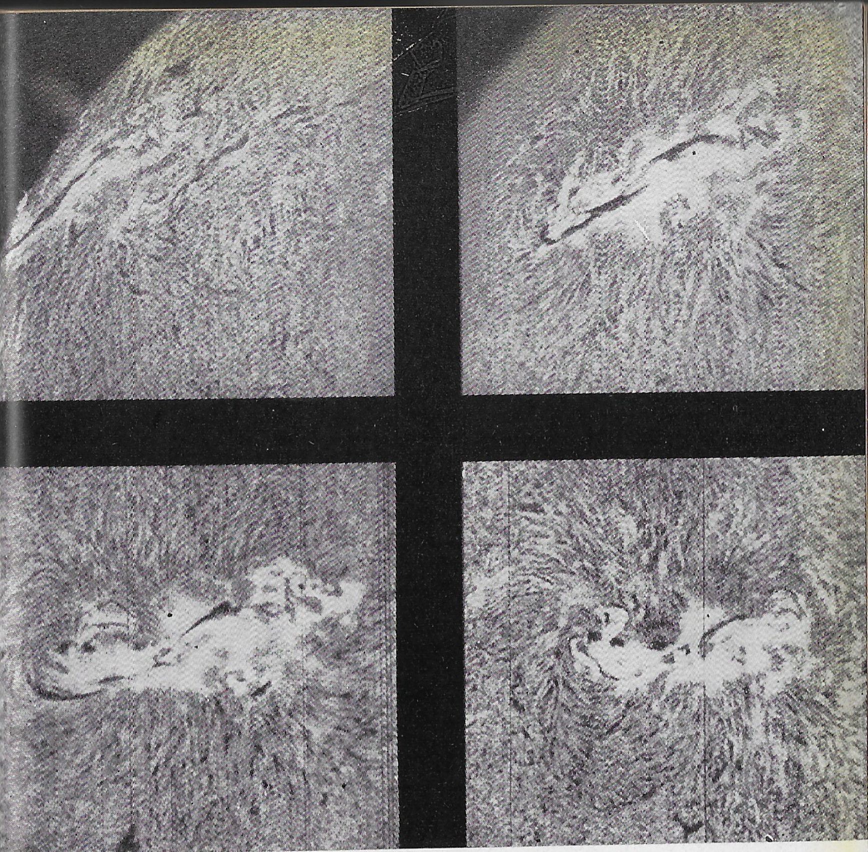
Per alcuni corpi la temperatura di accensione è vicina alla temperatura ambientale, cosicché venendo essi a contatto con l'aria spontaneamente bruciano.

Fra questi corpi facilmente infiammabili ricordiamo il fosforo bianco, la termite. Il sodio e il potassio a contatto con l'acqua sviluppano grande quantità di calore che fa elevare la temperatura sí da provocare la accensione dell'idrogeno proveniente dalla reazione appena questo prende contatto con l'aria. Anche il petrolio, miscela naturale più o meno complessa di idrocarburi, gli olii di catrame, essenzialmente costituiti da idrocarburi ciclici, possono facilmente accendersi e provocare la combustione dei corpi con i quali vengono a contatto.

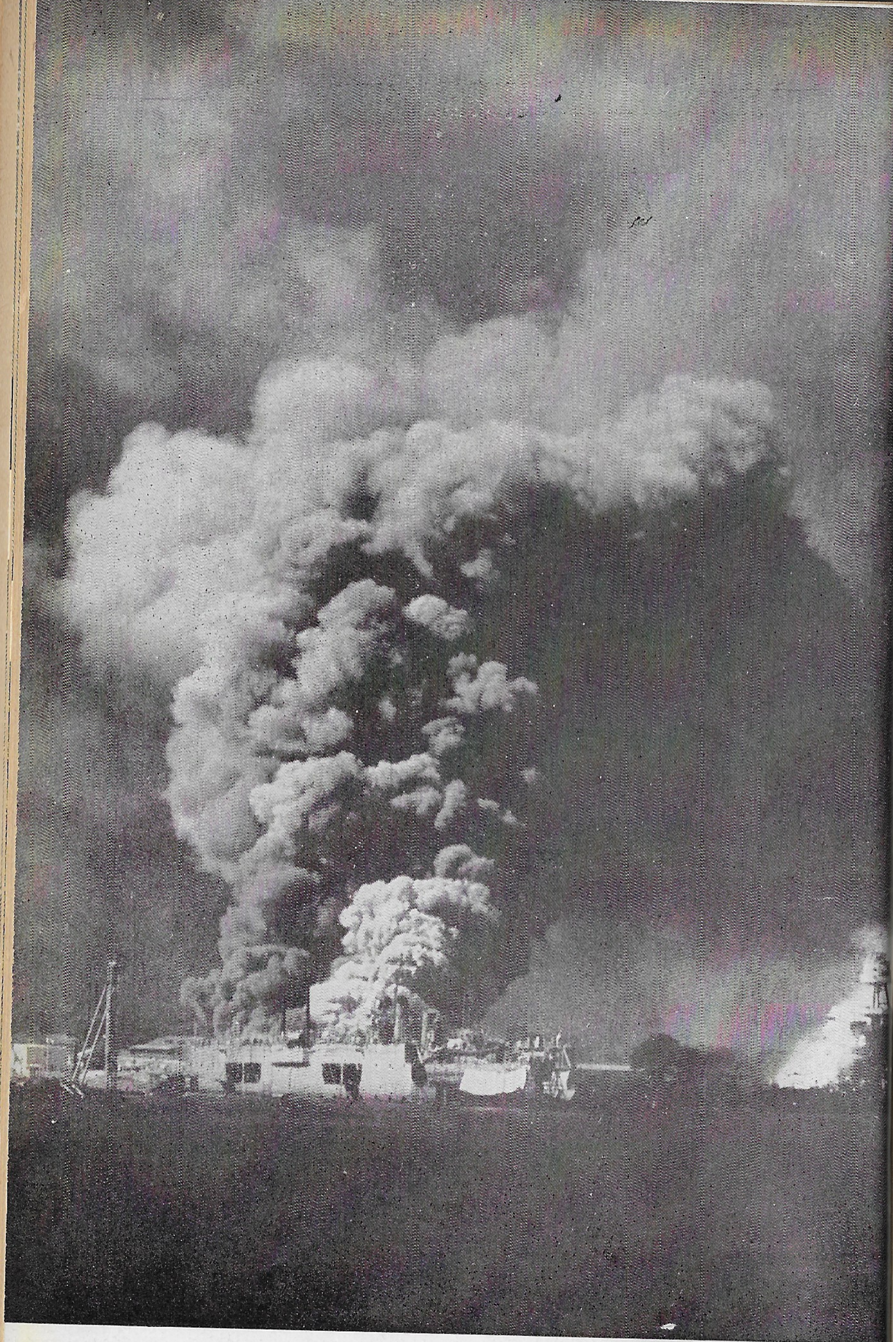
Il carbone minerale spezzettato, quando si trova ammucchiato in depositi poco aereati, può assumere temperature crescenti e gli idrocarburi in esso contenuti si volatilizzano e quindi, venendo a contatto con l'ossigeno dell'aria, si infiammano.

Anche la legna accatastata, la paglia, il fieno in luoghi chiusi e non ben ventilati possono bruciare. Ai piccoli rivoletti di fumo che si alzano oscillando, ai pennacchi grigiastri che si elevano, ben presto subentrano sciami di faville susseguite da lingue di fuoco di dimensioni crescenti e grandi fiammate si alternano con nuvole di fumo che si disperdono talora in lontani orizzonti.

Le improvvise autoaccensioni possono verificarsi a bordo delle petroliere, nelle stive ove si trova ammassato il carbone sminuzzato; i pezzetti di carbone sfregandosi durante il rollio e il beccheggio che fanno vibrare lo scafo, determinano per attrito un au-



Tav. VII. - Evoluzione d'una macchia solare. (Spettografia ottenuta all'osservatorio del Monte Wilson).



Tav. VIII. - L'esplosione di una nave americana nel bacino di carenaggio in seguito a bombardamento, durante l'ultima guerra.

mento della temperatura negli strati inferiori e piccole fiammelle si distaccano come preannunci di rilevanti fiammate che rapidamente avvolgono tutto il natante.

Sugli oceani talora si distinguono in lontananza delle fiamme che, originate quasi a fior d'acqua, si elevano ad intervalli con schioppettii e con eruzioni di ceneri e di tizzoni accesi prodotte da nuovo afflusso di materiali combustibili. E le carcasse degli sfortunati velieri navigano come relitti trascinati dalle correnti marine.

Gli incendi su terraferma sono i piú violenti, talora si propagano su manufatti, ammucchiano rovine, ma si riesce alfine a domarli o almeno a contenerli per farli man mano estinguere.

Se gli incendi si sviluppano in zone boschive si cerca di impedire il progressivo sviluppo abbattendo materiali che man mano verrebbero investiti dalle fiamme; si toglie il ciarpame e si cosparge sul suolo polpa di sterco da pascolo con foglie macerate ancora umide.

Si evita di gettare acqua poiché essa, se non giunge in quantità rilevante, si decompone, e tanto l'ossigeno quanto l'idrogeno ne alimentano la combustione.

Analogamente quando gli incendi avvengono in locali chiusi e specialmente nei camini si evita lo spruzzamento di acqua e si contengono le fiamme ostacolando l'afflusso di nuove masse di aria o producendo un gas inerte come anidride solforica gettando una certa quantità di zolfo in polvere.

Oggi, per domare gli incendi, non si ricorre piú ai getti di acqua proiettati direttamente sugli oggetti, ma si impiega invece l'acqua polverizzata. Presso l'uscita delle bocche d'acqua per gli incendi trovasi

una leva che, manovrata opportunamente, fa uscire l'acqua a forma di ombrello conico con minutissime gocce.

L'acqua cosí polverizzata forma delle vere cortine che finiscono per soffocare le fiamme e consentono agli operatori di avvicinarsi alle sostanze che bruciano senza la necessità di coprirsi con indumenti di amianto.

Si suole adoperare anche una specie di spuma prodotta meccanicamente: masse di aria, di acqua e di un preparato speciale vengono sbattute e proiettate fino a formare una specie di copertura spumosa che soffoca le fiamme.

Se si tratta di incendi di origine elettrica si fa uso di una spuma a base di biossido di carbonio.

13

Le luminose vampate degli alti forni

Le fusioni dei metalli quando avvengono in notevoli quantità presentano aspetti impressionanti per il forte calore irradiato e per i vistosi effetti luminosi; i relativi fenomeni divengono piú imponenti nella fusione della ghisa e dell'acciaio per la grande mole del minerale impiegato.

Attraverso il meraviglioso potere del fuoco, il ferro, combinandosi col carbone a temperatura elevata, si trasforma in ghisa e successivamente in acciaio, materiale di primo ordine che per le sue particolari proprietà chimiche e fisiche è essenziale nella costruzione degli organi indispensabili pel funzionamento delle svariate macchine industriali.

Negli Stati Uniti d'America, prima della guerra,

la produzione annua dell'acciaio era salita a ben 120 milioni di tonnellate.

La fusione dei materiali essenziali per la fabbricazione sia della ghisa che dell'acciaio avviene nei forni di particolare fattura a temperature molto elevate, che si mantengono quasi costanti durante la fusione. Dalla massa incandescente erompono tumultuosamente fiamme rosseggianti e tremolanti, e l'insieme presenta aspetti maestosi e nel contempo terrificanti.

Negli alti forni l'ossigeno degli ossidi di ferro (che costituiscono il minerale) viene eliminato scaldando il minerale stesso in presenza di aria e di carbonio. In tal modo si libera il ferro elementare, che precipitando, scioglie ancora del carbonio, mentre dall'apparecchiatura affluiscono gli ossidi di carbonio gassosi. Il prodotto ottenuto, ricco di carbonio è la ghisa; il relativo processo è collegato alla dissociazione degli ossidi di ferro e alla formazione di ossido di carbonio.

Perché la trasformazione avvenga rapidamente e industrialmente economica, la temperatura del prodotto liquido deve mantenersi elevata e compresa tra i 1250 e i 1300 gradi centigradi.

La ghisa può successivamente trasformarsi in acciaio a mezzo della combustione del carbonio in essa contenuto con forni speciali; e a seconda del tenore crescente in carbonio si distingue l'acciaio extra dolce, semiduro e duro. Per produrre l'acciaio dalla ghisa si possono seguire tre diversi procedimenti:

a) soffiare la ghisa col vento (processo Bessemer) in apparecchi detti convertitori (acidi o basici);

b) ossidare la ghisa minerale o ossigeno, questo ultimo apportato dalla fiamma, in forni a gas possibilmente a recupero di calore (forni Martin-Siemens);

c) fondere e ossidare con minerale e scaglia di ma-

glio o laminatoio in forni elettrici, nei quali si degrada energia elettrica in calore per ottenere la temperatura e le calorie necessarie al processo di fabbricazione.

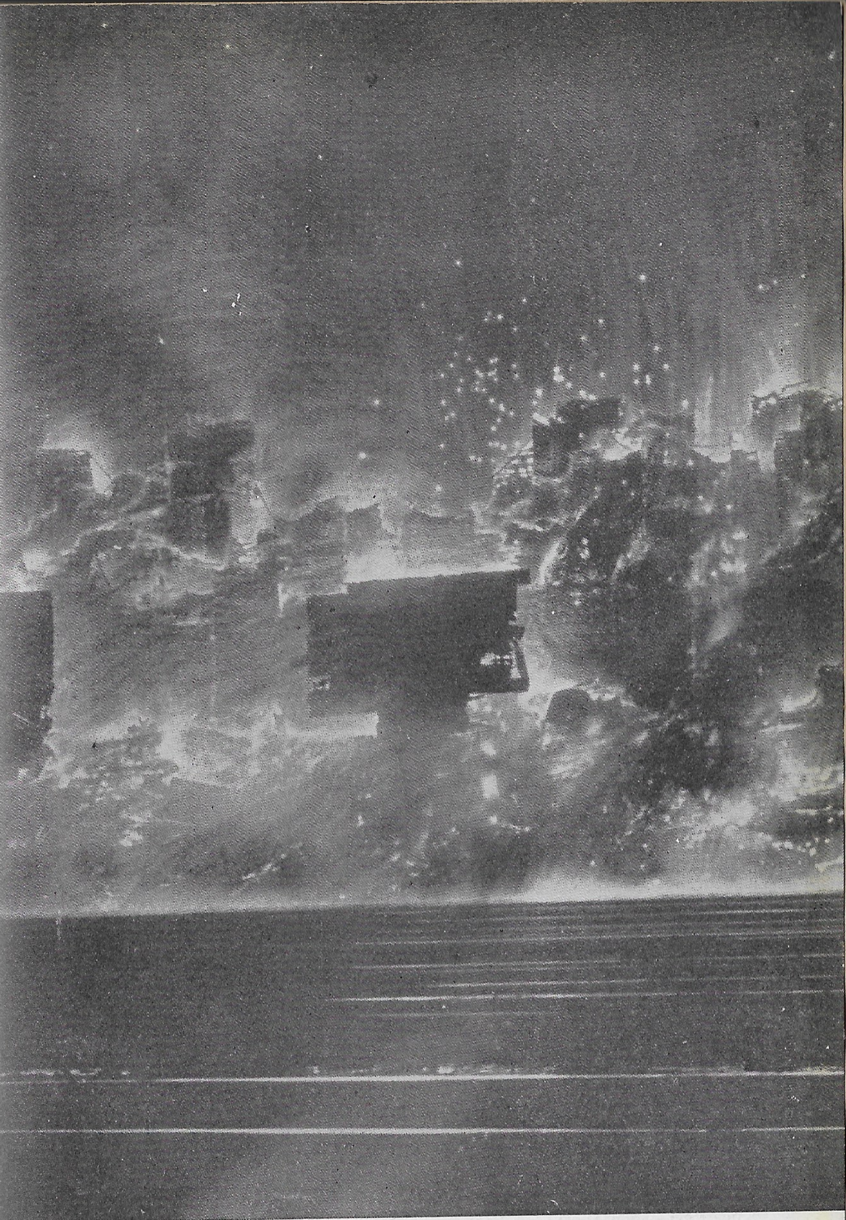
Nei tipi di apparecchiatura relativi a *b* e a *c* il liquido viene riscaldato dal di sopra e non dal disotto; e il calore proviene dall'esterno della massa liquida ed è irradiato sul bagno. Si formano allora delle correnti di conversione che facilitano il raggiungimento di uniformità della temperatura in tutti i punti del bagno.

Avvicinandosi quindi a questi forni si vedono le massicce murature refrattarie che esternamente si elevano a contorno degli immensi crogiuoli, luminose, di un biancore accecante per l'intenso calore irradiato; e le piccole fiammelle brulicano sulla superficie del bagno ove si distinguono lievi ondeggiamenti con riflessi di diversa tonalità che ben presto si uniformano trasformando la superficie in uno specchio luccicante.

Nel convertitore il processo di fabbricazione dura circa un quarto d'ora, mentre le operazioni al forno elettrico trifase e al forno Martin durano dalle 8h alle 16h, a seconda delle modalità di carica, di fusione e di affinazione.

Allorché si raggiunge l'attimo della fusione, per lo piú conosciuto attraverso pratiche constatazioni, la massa liquida di acciaio si fa colare nelle lingottiere (forme generalmente di ghisa) oppure in vuoti ricavati entro un'apposita sabbia.

Questa sabbia, detta fonderia, possiede una temperatura di fusione superiore a quella del metallo fuso che deve ricevere, e possiede anche il vantaggio di far sfuggire i gas che si producono allorché il metallo si raffredda per solidificarsi.



Tav. IX. - Incendio di un magazzino di grano e legnami a Minneapolis nel 1947.

a

b

TAV. X. - *a*) L'incendio del dirigibile *Hindemburg* nel 1937. *b*) La carcassa dell'*Atlantique* nel porto di Cherbourg, dopo l'incendio.

Il metallo liquido scorre attraverso appositi fori come un magma lavico fluente dai vulcani attivi, e la relativa velocità del colaggio decide della bontà del prodotto.

Ben presto appaiono alla superficie liquida delle scorie che man mano si rapprendono fino alla solidificazione completa dell'intera colata.

Il lingotto colato viene lavorato a caldo con magli, presse e laminatori, a seconda della foggia desiderata.

Siffatta operazione contribuisce a distruggere l'eterogeneità dei lingotti insieme all'altra del trattamento termico, il quale permette inoltre di controllare le proprietà fisiche (in ispecie meccaniche) dell'acciaio, influendo sulla struttura morfologica del medesimo.

14

I FUOCHI MARITTIMI

Durante le fasi più fosche delle tempeste, nelle notti buie ove cielo e mare sembrano congiunti da cortine di nubi basse con scrosci di pioggia, l'avvistamento di qualche segnale luminoso proveniente dalla terraferma rafforza l'energia dei marinai che lottano contro le violenti raffiche sciroccali, contro le onde che, innalzandosi, rovesciano montagne di acqua. In vicinanza delle coste frastagliate da anse, promontori, scogli piú o meno pronunciati che si ergono al disopra di bassi fondi o di rocce in sfacelo sotto il martellamento continuo degli impetuosi marosi, i segnali luminosi sono avidamente ricercati per porre il naviglio al riparo dei pericoli che si

moltiplicano nelle oscurità notturne o negli annebbiamenti che si formano lungo il rilievo costiero.

Sin da tempi remoti si prospettò l'adeguata assistenza alla navigazione disponendo lungo i posti piú pericolosi dei segnali luminosi con la combustione di legna, carbone, sostanze oleose. In alcune località dove il traffico marittimo era molto attivo, questi segnali luminosi provenivano da focolai collocati sulle sommità di torri perché fossero visibili a grande distanza dalle coste.

Per la leggenda la prima segnalazione marittima luminosa sarebbe stata mantenuta sul Bosforo da Ero, sacerdotessa di Afrodite in Sesto, per guidare il giovane Abido Leandro, che attraversava a nuoto tutte le notti l'Ellesponto, nella località dei loro incontri amorosi.

I Fenici, nel periodo florido dell'attività marittima, moltiplicarono le installazioni dei fuochi specialmente all'entrata dei porti e, tanto i Greci quanto i Romani, costruirono nelle zone più pericolose delle vere torri cilindriche o coniche sulle cui sommità era mantenuto attivo un focolare alimentato da legna.

Il faro costruito nel porto di Alessandria di Egitto di dimensioni rilevanti e di costruzione semplice ma con raffinate linee architettoniche, aveva al di sopra un enorme braciere con fuoco alimentato da legna e le cui fiamme rosseggianti indicavano fino alla distanza di oltre 200 chilometri l'approdo al dominio dei Faraoni.

Con l'aumentato traffico marittimo questi fari furono disseminati nei rilievi costieri accidentati, e come combustibile venne adoperato in primo tempo il carbone, ma ben presto fu abbandonato perché, sebbene ne derivasse un rosseggiamento piú duraturo, non generava quelle lingue di fiamma che invece ben

facilmente si levavano dalle cataste di legna e specie da quelle resinose. Piú tardi si ricorse alla combustione di sostanze oleose e si ottennero splendidi risultati allorché furono applicati dei riflettori a forma sferica e i cui fasci luminosi divergenti erano visibili a grande distanza. In seguito la portata luminosa fu aumentata con l'impiego di riflettori a forma parabolica che mantenevano paralleli i fasci di luce.

Molti tecnici si occuparono di perfezionare queste segnalazioni luminose la cui utilità risultava sempre piú necessaria, anzi indispensabile per la sicurezza della navigazione; fra i pionieri dell'epoca piú florida che raggiunse l'apogeo nel corrente secolo vanno ricordati Arago e Fressel che con le loro ricerche condussero all'impiego di particolari oculari, i quali, animati da movimenti di rotazione mediante opportuni galleggianti nel mercurio, ad intermittenze inviano a grandi distanze luminosi fasci di luce bianca.

Come combustibile si adoperò successivamente il petrolio vaporizzato, gas d'olio compresso a 15 atmosfere, gas catalitico estratto da petroli pesanti, lampada ad incandescenza acetilenica, ad incandescenza elettrica, ed anche il dardo-acetilenico con capsula unica al fuoco di un proiettore.

La luce del dromo è chiara, brillante e visibile ad occhio nudo a notevole distanza, sorretta da un grandioso tripode di ferro.

Anche con le altre sorgenti luminose si adottarono dispositivi per togliere gli splendori di colore, riducendoli a soli splendori bianchi. Inoltre si accorciò la durata della fase perché il tempo occorrente per l'identificazione della fase per il riconoscimento di una località fosse ridotto al minimo possibile.

E a seconda delle circostanze vennero impiegate segnalazioni luminose a luce fissa, a luce intermit-

tente, a splendori, a lampi ed a raggruppamenti di due luci o a gruppi della stessa luce.

Tutta una tecnica speciale si è venuta cosí a formare e su tutte le coste una fitta rete di fari e fanali è di preziosa guida ai naviganti, e i porti piú frequentati destano suggestive visioni notturne con luminarie frammezzate da fasci di luci che si intersecano e si propagano con accentuata frequenza.

La « Lanterna » di Genova storicamente importante per la eleganza e per la imponenza della torre è annoverata fra i più bei fari del mondo. Fu eretta nel 1139, attivata nel 1326 e distrutta nel 1512; ricostruita nel 1543 dalla Repubblica Genovese, non difforme dall'antica, sul caratteristico promontorio di San Benigno. L'attuale faro ha il piano focale alto m. 76 dal suolo e m. 117,50 sul livello del mare ed è visto da mare e da terra (da SW).

Il faro monumentale di Trieste, nel forte Krakich (Colle di Gretta) è come un solido di uniforme resistenza, rigido, incastrato alla base e sollecitato a flessione dallo sforzo del vento; l'altezza è di circa metri 70 e sorge sopra un promontorio alto circa m. 60 sul livello del mare. Al di sopra della cupola si erge una maestosa statua.

La sorgente luminosa è costituita da una lampada elettrica ad incandescenza con lo splendore medio di 850 candele per cmq. visibile fino a circa 18 miglia con tempo nebbioso e a 35 miglia con atmosfera di media trasparenza.

Alcuni fari si trovano sui scogli isolati dalla terraferma su mare aperto e le onde tempestose battono sulla roccia con persistenza; va a tal'uopo ricordato il faro di Eddysture in Cornovaglia ove il personale adibito alla manutenzione è rifornito di viveri periodicamente.

Oggi fari ultrapotenti ad intervalli lanciano potenti fasci luminosi per scrutare il cielo e individuare aeroplani o per illuminare attraverso lo schermo delle nubi ad oltre 2.000 m. di altezza la rotta seguita da messaggeri alati.

Ma oltre questi fari, ve ne sono altri naturali che hanno resistito e resistono a tutte le avversità dei tempi. Il piú alto del mondo si trova nell'Atlantico, alto poco meno di 4.000 m., coperto di neve in gran parte dell'anno, in epoche remote era acceso quasi continuamente per eruzioni intracrateriche. È il Picco di Tesde dell'isola Teneriffa, la piú grande delle isole Canarie; è visibile alla distanza da 200 a 300 Km. a seconda delle condizioni atmosferiche.

Un altro faro più modesto di altezza ma visibile a maggiore distanza a causa della quasi continua proiezione di materiale incandescente e pel riflesso luminoso delle vivide lave nel pennacchio di vapori soprastante è lo Stromboli.

Questa isola, la piú settentrionale delle Eolie, che si eleva sul mare a m. 926 con la forma di una piramide quadrangolare, per la sua visibilità a distanze notevoli ha acquistato il nome di « Faro del Mediterraneo ».

15

I FUOCHI DI ARTIFICIO

Le grandi fiammate che rapidamente si elevano nel cielo, i razzi che velocemente si innalzano per poi scoppiare formando dei rosoni colorati che successivamente si risolvono in minuscole pagliuzze dorate, le fiaccole colorate che, fissate attorno a delle ruote o a dei simulacri di facciate di edifici, di obe-

lischi, e che d'improvviso si incendiano per il funzionamento simultaneo di adeguate miccie, hanno sempre costituito uno spettacolo molto attraente. L'alternativa delle varie luci colorate nello sfondo del cielo stellato con l'assordante rombo dei mortai armonizzanti, col cambiamento delle tonalità e dell'intensità dei colori, desta meraviglia, stupore e delizia agli spettatori.

Sin da epoche remote, nelle piú rinomate ricorrenze sia religiose che civili, non mancavano i fuochi serali che si incendiavano su luoghi elevati in modo da renderli visibili, come epilogo dell'allegra festività.

Alessandro Magno per festeggiare il suo ingresso a Babilonia fece incendiare una splendida girandola luminosa.

Sembra che presso gli indiani i fuochi artificiali fossero in grande sviluppo e la particolare arte impiegata nella preparazione delle sostanze più atte a produrre fiamme luminose, limpide, man mano si diffuse e presso i Greci si perfezionò.

Eilostrato, che visse nel quarto secolo della nostra era, descrisse i fuochi artificiali già in uso nell'Egitto e nell'India molto tempo prima della sua epoca.

Claudiano, nel resoconto delle feste organizzate a Roma sotto Teodoro, parla dei fuochi artificiali che disegnavano grandiosi incendi a guisa di cerchi, di forme tubolari, elissoidali, cilindriche in rotazione attorno ad assi fissi verticalmente sul suolo.

Nel medio evo si fece largo impiego di fuochi artificiali e nelle diverse città piú volte all'anno si incendiavano delle splendide girandole a chiusura delle gioiose feste. Ed anche successivamente, specie nelle regioni meridionali, le numerose feste religiose rionali e cittadine erano sempre allietate da girandole

sempre piú perfezionate, sia per i magnifici getti di luce ottenuti con fiaccole multicolori in vicinanza del suolo, sia con lancio di granate che, scoppiando ad altezze intorno al migliaio di metri, prorompevano in piogge dorate o in piccole fiammelle al magnesio.

La pirotecnica, arte che insegna il maneggio e l'applicazione del fuoco, si affermò vieppiú in Italia verso la fine del secolo XV. I fiorentini e i senesi erano ritenuti maestri dell'Arte, e man mano che nelle regioni vicine sorsero dei magnifici artefici i maggiori si trasferirono a Roma ove erano frequenti le occasioni di speciali luminarie.

Per l'anniversario dell'incoronazione dei Pontefici, per la ricorrenza festiva del principe degli Apostoli, per l'arrivo di Sovrani, era consuetudine accendere fuochi artificiali. Venivano montate macchine adorne di statue, di tele trasparenti, e fuochi improvvisi a cascate, a riverbero, apparivano dovunque dando una visione fantastica nella azzurrità delle notti stellate.

E gli entusiasmi esplodevano nel finale quando migliaia di razzi si spandevano pel cielo circolarmente a forma di un grandissimo ventaglio.

Il luogo preferito fu per molti anni a Roma, il Castel Sant'Angelo e l'ultima coreografia, secondo l'idea di Michelangelo, era composta dal lancio di 450 razzi ad ombrelli come mostra la figura dovuta a Matteo Rossi e pubblicata nel 1775.

La girandola della sera del 31 marzo 1834 a Castel Sant'Angelo in onore dei Reali delle due Sicilie, fu ricordata dal Belli in un armonioso sonetto.

Ce fussi a la girandola ier sera?
Ma eh! che funtanni! eh! che scappate!
Quante battajerie! che cannonate!

Sin dagli ultimi decenni del secolo scorso la scalinata del Pincio prospiciente Piazza del Popolo accolse caratteristiche girandole di superbo effetto per le splendide luci rossastre, giallastre, verdastre che si elevavano in volute capricciose.

La pirotecnica ebbe in Italia sapienti cultori che diffusero i pregi della propria arte anche all'estero; era però un'arte personale che si tramandava normalmente di generazione in generazione. E non mancavano ad intervalli le gare indette dalle autorità in ricorrenze solenni specie nelle città marittime; e cosí Napoli, Venezia, Palermo, Catania, Messina furono piú volte teatri di simili gare durante le quali si alternavano fantastiche cascate luminose, scintillio di miriadi di fiammelle sfuggenti da globi lanciati da mortai assordanti, nuvolette porporine, cesellate da punti luminosi come da razzi multicolori che si elevavano nel cielo come larghi ombrelloni ricadendo in grappoli di scintille, innumerevoli giochi di luci e motivi luminosi di gusto artistico, e, con i riflessi prodotti dal mare, le ruote luminose davano l'illusione di magiche visioni.

Quanta gioiosità destavano i frequenti mortaretti, razzi luminosi erompenti in pioggerelle di pagliuzze d'oro nel cielo stellato, i fuochi di bengala, sbruffi che lanciavano stelline durante la festa del « Redentore » di Venezia, e quando il canale della Giudecca si popolava di mille e mille imbarcazioni ornate di palloncini multicolori, da festoni d'edera e sempre verdi, da bandierine!

Il fuoco, la luce, sotto queste forme proseguivano nel mantenere vivo negli spettatori lo stupore, l'emozione e nel destare continue sensazioni di gaudio.

16

Il riscaldamento degli ambienti.

La famiglia soggiornava per lo piú nell'*atrium* ed ivi durante l'inverno si accendeva il fuoco. Vi erano delle case appartenenti a gente ricca ove funzionava il riscaldamento centrale ad aria calda. Il pavimento poggiava su pilastrini chiamati *suspensurae,* fra i quali era immessa l'aria calda che circolava nell'interno delle pareti, in una intercapedine formata da *tegulae nammatae.*

Il tepidarium rappresentava un locale quasi di passaggio le cui pareti erano riscaldate perché nelle intercapedini passavano dei tubi di coccio o di piombo in cui circolava l'aria calda proveniente da un gran focolare situato nel sottosuolo.

La produzione del fuoco per la distribuzione del calore nelle nostre case subí in passato lenti sviluppi in confronto dei rapidi e vari progressi della diffusione della luce per illuminazione.

Dapprima il fuoco si accendeva in mezzo all'ambiente e il fumo usciva da un'apertura praticata nella parete superiore.

Verso il 1000 si cominciò ad accendere il fuoco presso un foro praticato in una parete e fu questa l'idea primordiale del camino, che nel medio evo diventò per imponenza e ricchezza di ornati il vero re della famiglia.

Gli antichi caminetti, alimentati da legna o da carbone, fino a pochi anni fa ornavano molti caseggiati, e per la relativa espansione del calore le persone si raggruppavano vicino ad esso, e vicino al fuoco le famiglie trovavano quel raccoglimento favorevole alle affettive manifestazioni.

I piccoli scaldini di metallo a brace rinnovabile, le bottiglie di metallo, le borse di gomma riempite di acqua calda, e financo i thermos, formavano il conforto serotino dei nonni e l'indispensabile compagno per passare da una stanza all'altra.

In molte abitazioni il riscaldamento degli ambienti si riduceva all'adozione di pareti radianti nei fornelli delle cucine o nella collocazione di una stufa, a legna o a carbone, nella parte centrale dell'alloggio, e speciali accorgimenti erano impiegati per la costruzione delle canne fumarie al fine di evitare l'eventuale infiltrazione dei gas nocivi nelle stanze abitate.

Ma con tutto ciò non era possibile ottenere uguale distribuzione del giusto tepore in tutta la stanza e meno ancora nelle stanze vicine. Spesso, d'altra parte, si giungeva ad un eccesso di calore da richiedere una ventilazione artificiale.

Inoltre, dato che l'atmosfera degli ambienti riscaldati tende alla saturazione e quindi a diventare molto avida di umidità, tutto quanto esiste nell'ambiente può giungere ad uno stato eccessivo di aridità che si evita disponendo convenientemente recipienti contenenti acqua da evaporare.

Le stufe ricoperte di lamiera, di ghisa o di maiolica trovarono largo impiego e nei diversi ambienti si alimentavano modelli di varie dimensioni a seconda delle necessità: ve ne erano di quelle a fuoco continuo e il calore poteva mantenersi anche durante le ore notturne e canali interni favorivano la libera circolazione di aria calda.

In altri tipi alla legna e al carbone si sostituí il petrolio, ma il cattivo odore che ne derivava durante la combustione ne limitò l'uso. Anche il gas illuminante, l'acetilene fornirono combustibile alla alimen-

tazione delle stufe; ma tanto il costo quanto le speciali precauzioni necessarie per evitare danni alle persone, incendi e alterazione delle tappezzerie e delle drapperie, contribuirono al disuso di combustibili di tal genere. Anche il riscaldamento elettrico, sebbene presentasse il vantaggio della semplicità nella installazione e della facilità della regolazione non venne molto adoperato per l'elevato costo dell'energia.

La legna e piú ancora il carbone sono i combustibili piú adatti e quindi piú usati, tanto nei caloriferi autonomi destinati al riscaldamento di un solo appartamento, quanto nei grandi caloriferi centrali o collettivi destinati alla distribuzione del calore in piú appartamenti nel medesimo stabile.

Nei caloriferi ad aria calda l'aria contenuta nell'intercapedine della stufa si innalza in condotti che penetrano nello spessore del muro e sboccano nelle varie stanze, mentre l'aria fredda viene aspirata dalla stufa.

Ad essi si preferirono i caloriferi ad acqua (termosifoni) dove il vapore prodottosi nella caldaia veniva distribuito a mezzo di radiatori nelle diverse stanze e, dopo ceduto il proprio calore all'ambiente, raffreddandosi, ritornava alla caldaia.

Da poco si impiega il riscaldamento a pannelli radianti formato da un complesso di tubazioni a grandi superfici lisce in modo da confondersi con le pareti o col soffitto ove si dispongono convenientemente.

L'impianto di questo sistema a pannelli radianti nelle case già costruite presenta varie difficoltà di ordine tecnico ed economico, ma presso l'Università di Illinois (America) è stata studiata un'ottima soluzione. Lungo tutta la base della parete esterna delle

stanze corre un elemento di ghisa, alto poco piú di 15 cm. e lungo meno di 5 cm.: in esso passa l'acqua calda proveniente da una normale caldaia di riscaldamento. Esternamente questi elementi vengono dipinti dello stesso colore della zoccolatura delle altre pareti, cosí da potersi difficilmente distinguere da esse, e i necessari collegamenti con le tubazioni centrali sono nascosti in scatole poste agli angoli della stanza. Se la parete viene leggermente incassata la sporgenza dell'elemento radiante è ancora piú ridotto; si ha in tal modo un riscaldamento molto uniforme dell'ambiente, in quanto il calore viene irradiato dal basso della parete piú fredda e lungo tutta la stanza.

Ormai la tecnica ha perfezionato i sistemi di riscaldamento e per ogni tipo di abitazione si trova sempre la stufa piú adatta a fornire il tepore necessario per allontanare la sensazione di freddo.

17

Il calore elettronico

Di recente si sono prodotti trattamenti termici a mezzo di correnti indotte o di campi elettrostatici ad alta frequenza.

Gli oggetti metallici vengono riscaldati mettendoli entro una bobina di filo conduttore per il quale si fa passare una corrente alternata. Il metallo, attraversato da linee di forza magnetica che generano correnti elettriche nel metallo stesso, si riscalda.

Gli altri oggetti, come i materiali plastici, vengono invece posti tra le armature di un condensatore di un campo elettrico alternato; e siccome essi

sono dielettrici imperfetti assorbono energia elettrica sotto forma di calore.

L'equipaggiamento necessario per il riscaldamento ad alta frequenza praticamente consta di un raddrizzatore che converte l'energia a frequenza industriale in corrente continua e di un oscillatore che converte questa energia in corrente alternata della frequenza desiderata.

Le frequenze richieste variano da 15 Chilocicli (appena al di sopra della scala di frequenza per cui l'orecchio umano è sensibile) a 50 megacicli (corrispondenti ad una lunghezza d'onda di 6 metri).

Dal punto di vista industriale i grandi pregi di questo nuovo genere di riscaldamento sono:

— il calore viene generato direttamente nell'oggetto stesso;

— non vi è alcun passaggio di calore come nel caso di fiamme, lamiere roventi, aria calda ed altri vecchi sistemi;

— gli apparecchi vicini non devono necessariamente diventare roventi, come succederebbe in un forno: è soltanto l'oggetto stesso che diviene caldo, le superfici del materiale possono rimanere completamente fredde, cosa impossibile col riscaldamento a mezzo della combustione; non vi è irradiamento di calore agli oggetti circostanti;

— non vengono prodotti gas;

— il materiale viene riscaldato dall'interno all'esterno.

Il riscaldamento ad alta frequenza non è però a buon mercato.

Una prima applicazione riguarda la fabbricazione

di eliche di legno compresso per aeroplani e manifatture di altre parti di legno per aeroplani.

I fabbricanti di materie plastiche considerano questa applicazione dei tubi elettronici come un grandissimo progresso, non solo per il risparmio di tempo, ma anche per il miglioramento della qualità del materiale; inoltre, possono essere prodotte le parti plastiche in spessori e dimensioni finora impossibili con i metodi e con l'attrezzatura usuale.

I fornai, cuocendo il pane con calore elettrico, evitano il preriscaldamento che porta alla dissipazione di enormi quantità di calore.

È possibile ottenere elettricamente la rapida essicazione del legname; ciò diminuisce di molto l'intervallo di tempo necessario a che l'albero sia trasformato in tavoloni pronti per l'uso.

Anche le foglie di tabacco possono venire trattate col calore elettronico.

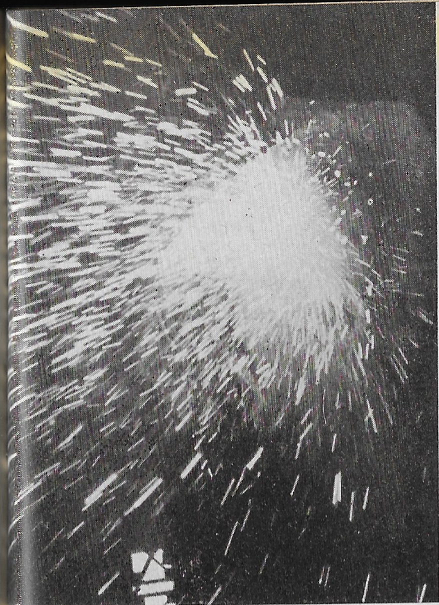
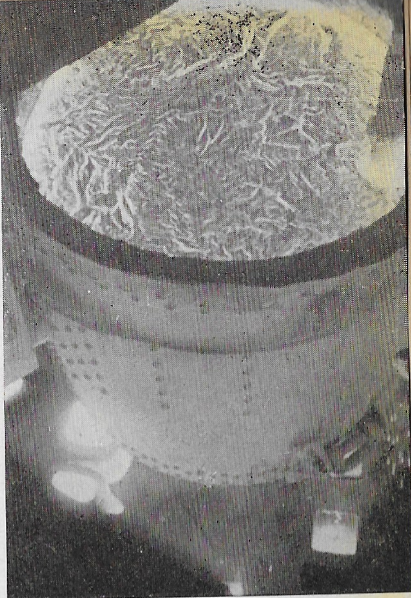
È stata annunciata negli Stati Uniti di America un nuovo sistema di cottura del pane che dovrebbe vantaggiosamente sostituire i forni a fascine e ad elettricità.

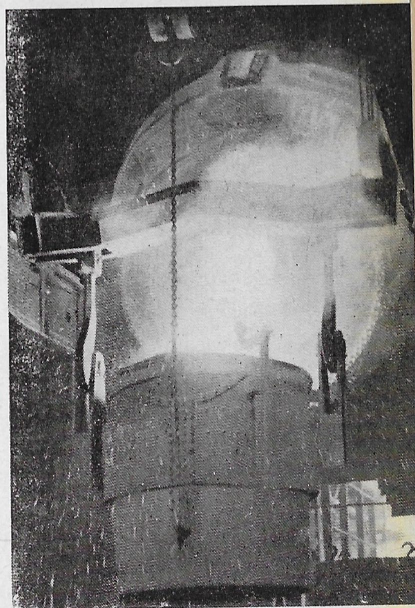
Il nuovo sistema è fondato sull'impiego di lampade a raggi infrarossi e assicura una migliore cottura in minor tempo. Una macchina a rulli porta le teglie con sopra il pane impastato sotto il fuoco di una serie di riflettori dotati di lampade a raggi infrarossi, che, per essere dotati di una capacità di penetrazione superiore a quella del calore ordinario, assicura una cottura contemporanea del pane in ogni sua parte, sia esterna che interna.

Tra gli altri vantaggi, il pane presenta, a cottura ultimata, una crosta piú tenera e una mollica molto piú asciutta.

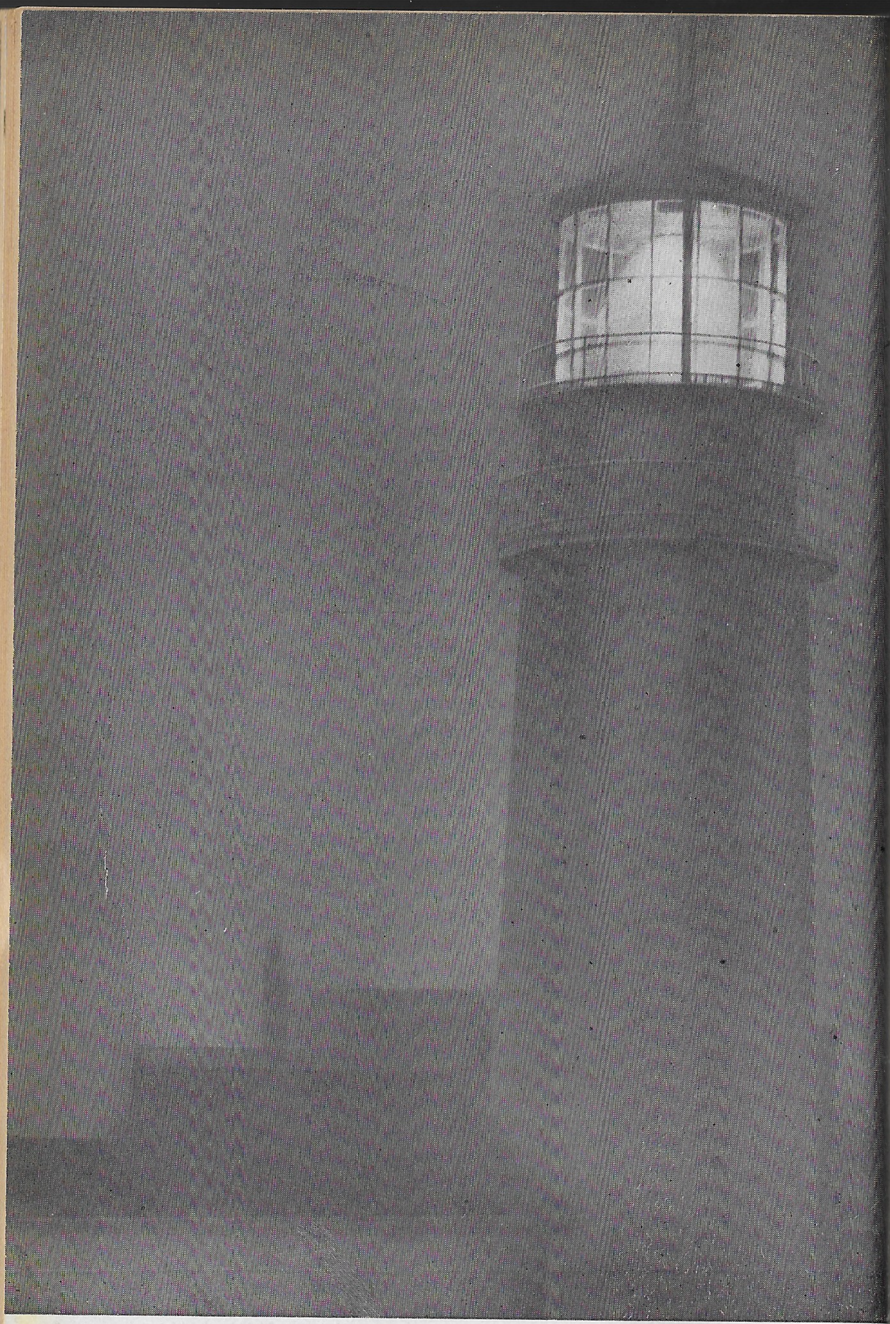
Capitolo IV

LE LUCI DEL CIELO



TAV. XI. - Le vampate degli alti forni.



Tav. XII. - Faro sulla costa inglese.

18

Le fiammelle cadenti dal cielo

Nelle limpide serate spesso nel cielo appaiono brillantissimi punti luminosi come stelle che guizzano rapidamente lasciando una scia luminosa, spettacolo di estrema bellezza.

Sembra che essi si stacchino dal cielo come lacrime dorate, descrivono luminose traiettorie rettilinee per poi scomparire nella immensità dello spazio; talvolta le apparizioni repentine si avvicendano con ritmo tale da dare l'impressione di piogge meteoriche.

E pare stella che tramuti loco,
Se non che dalla parte ond'el s'accende,
Nulla sen perde, ed esso dura poco;

Par. XV - 16-18.

È uno spettacolo meraviglioso, unico; sembrano immensi fuochi di artificio, a guisa di grandiosi anemoni con luci accecanti, i cui petali si distaccano frantumandosi in miriadi di pagliuzze che lentamente impallidiscono.

L'origine di questi sciami cosmici, conosciuti dal popolo come stelle cadenti o meteore, prende denominazioni diverse a seconda della costellazione prossima al centro di emanazione o radiante da dove sembra si distacchino questi minuscoli corpi luminosi.

Cosí le stelle filanti che si vedono nel mese di agosto, dell'8 all'11, con radiante nelle costellazioni di Perseo e della Giraffa, sono denominate dal popolo lacrime di S. Lorenzo, e dagli astronomi Perseidi; le stelle filanti visibili intorno al 13 novembre con radiante nella costellazione del Leone, sono le Leonidi.

Le stelle filanti che non di rado appaiono verso il 13 di agosto, le Draconidi, hanno il radiante nella costellazione del Dragone, le Orionidi dell'ultima decade di ottobre hanno il centro di emanazione nella costellazione di Orione, le Andromedidi nell'ultima decade di novembre hanno il radiante nella costellazione di Andromeda.

Le Perseidi percorrono la stessa orbita della cometa Tuttle o 1862 III che ha un periodo di 120 anni; le Leonidi percorrono la medesima orbita della cometa Tempel 1866 I che ha un periodo di 33 anni.

Siffatta coincidenza fa pensare che le stelle cadenti siano frammenti di comete che diventano incandescenti quando entrano nell'atmosfera per l'attrito che esse con la loro elevatissima velocità provocano con l'aria.

L'intima relazione fra le stelle filanti e comete ebbe una bella conferma con la scissione e la scomparsa della cometa di Biela e con le grandi piogge di stelle filanti del 1872, del 1885 e del 1898 all'epoca in cui la Terra intersecava l'orbita della Cometa il 27 novembre.

19

Le pietre incandescenti attraverso l'atmosfera

Talora questi corpi luminosi presentano dimensioni notevoli e solcando l'atmosfera lasciano belle scie che persistono per piú minuti. Alcuni di questi corpi giungono fino al suolo, altri si frantumano in minutissime particelle. Trattasi dei cosidetti bolidi o meteoriti. Secondo alcuni scienziati moderni questi bolidi rappresentano il gradino superiore delle stelle cadenti e non corpi completamente diversi come altri credono.

Siffatto diverso comportamento, come pensa E. Loreta, potrebbe forse essere dovuto a due distinti strati della stratosfera particolarmente adatti alla formazione delle scie; cioè le stelle cadenti piú grosse scendono naturalmente piú in basso delle altre.

Annualmente si contano parecchi di siffatti bolidi e alcuni di essi richiamano l'attenzione di molti osservatori.

Il 16 novembre 1936 poco dopo la mezzanotte un bolide dello sciame delle Leonidi sorvolò il cielo della Jugoslavia, fu visibile anche a Bologna e la sua scia persistette per 5 minuti assumendo l'aspetto di una grande V spostandosi verso occidente.

Il 13 novembre 1937 a 5^h circa un bellissimo bolide luminoso apparve sull'Alto Appennino Tosco-Emiliano e si produsse una detonazione avvertita su parecchie località della Toscana. La scia durò 10 minuti secondi, spostandosi verso N di ben $20°$ attraverso l'intera costellazione dei Gemelli.

Il 19 luglio 1939, verso la mezzanotte, fu osservato sulle Venezie Giulie un magnifico bolide appar-

tenente allo sciame delle Perseidi; la scia persistette per due minuti e mezzo e si spostò verso N.

Il 31 agosto dello stesso anno, poco prima delle 2^h, fu notato sull'Emilia un bolide Perseide di grande splendore offrendo interessanti spostamenti o deformazioni.

Nella notte del 21 ottobre, sempre del 1939, furono notati tre bolidi rispettivamente alle ore $1^h\ 30^m$, 2^h e 5^h tutti dello sciame delle Orionidi, sorvolanti l'Emilia con scie dapprima nodose e poi, verso la fine, suddivise in due vicine e parallele.

Le scie possono ben seguirsi con un binocolo ed è interessante notare le deformazioni e gli spostamenti che esse presentano da attribuirsi principalmente all'azione di forti correnti stratosferiche.

La continuata osservazione di dette scie fornisce quindi elementi utilissimi per conoscere almeno l'ordine di grandezza delle correnti aeree che possono trovarsi negli alti strati della stratosfera finora rimaste impenetrabili.

Per merito di E. Loreta parecchie osservazioni al riguardo sono state raccolte, e da esse risulta come le correnti stratosferiche non presentano direzioni determinate o soggette a spostamenti che si avvicendano con una qualche regolarità. Le corrispondenti velocità sono piú volte elevate e piú volte raggiunsero i 70,100 e piú Km. al minuto secondo. Da tali fatti emerge l'importanza che rivestono tutti questi fenomeni le cui osservazioni congiungono l'astronomia e la meteorologia.

È da notare che le prime osservazioni scientifiche per calcolare l'altezza delle stelle cadenti e dei bolidi, effettuate col metodo delle osservazioni simultanee da diversi luoghi, furono eseguite da scienziati italiani. In occasione dell'enorme bolide, luminoso

a

b

Tav. XIII. - *a*) Spettacolo pirotecnico nel Parco di Charlottenburg presso Berlino nel 1728. *b*) Spettacolo pirotecnico in onore di Carlo XI di Svezia. Stoccolma, 1672.

a

b

Tav. XIV. - *a*) G. Signorini: *Le logge del Mercato Nuovo a Firenze, la sera dell'Epifania*. *b*) G. Signorini: *Fuochi d'artificio sul Ponte della Carraia a Firenze per la festa di S. Giovanni*.

come il Sole all'orizzonte, apparso il 22 febbraio 1719 al di sopra del Veneto, lo studioso Paolo Battisti Balbi ne calcolò l'altezza. Un altro grande bolide, rosso, che illuminò il cielo e il paesaggio, apparso la sera del 13 ottobre 1745, fu osservato da Francesco Maria Zanotti.

Spettava poi alla grande opera di Giovanni Virginio Schiaparelli interpretare la vera natura di tali fenomeni e la loro provenienza e fissarne l'altezza fra i 100 e i 150 chilometri.

20

La temporanea apparizione di luci stellari

Nell'infinito cielo trapuntato dalle miriadi di stelle di diversa grandezza e di diverso splendore, talora appaiono nuovi corpi che brillano bruscamente di una luce molto vivace da eguagliare ed anche superare le stelle di prima grandezza, per diminuire in seguito gradatamente e diventare stelle telescopiche.

Delle varie stelle nuove osservate negli anni passati perdura il ricordo di quella apparsa il giorno 8 giugno del 1918 perché fu da tutti notata per la magnificenza del suo splendore.

Diversi astronomi e molti dilettanti osservarono una nuova stella brillare di viva luce nella costellazione dell'Aquila, non lontano dalla stella della costellazione del Serpente, ossia in piena Via Lattea e in prossimità dell'equatore celeste, il che rese possibile l'osservazione su tutte le latitudini abitate, cosa che non si era verificata per le altre stelle nuove presentatesi in passato. Durante il massimo splendore la stella divenne bianca, e dalla notte del 10 si manifestò una diminuzione di luce che si accentuò nei

giorni successivi. Nel massimo splendore le venne assegnata dall'astronomo Barnard la grandezza di —1,4 superiore a quella di tutte le stelle, eccetto Sirio, la cui grandezza è —1,6; superò quindi in grandezza la Nova Persei, ma probabilmente non la Nova Tycho Brake, apparsa nel 1572 nella costellazione di Cassiopea.

H. P. Hollis ha pubblicato una cartina indicante la distribuzione delle stelle apparse anteriormente al 1918; risulta come esse si trovino distribuite lungo la Via Lattea. Notiamo che lungo la Via Lattea o nelle vicinanze si trovano alcune stelle (finora le conosciute superano il centinaio) non visibili in massima parte ad occhio nudo e che hanno molta analogia con le stelle nuove; anzi starebbero a rappresentare le ultime fasi di queste, sarebbero insomma delle nuove che brillarono già di viva luce nei secoli passati ed ora sono ridotte a stelle di limitato splendore. Queste stelle, che costituiscono il tipo Wolf-Rayet, hanno lo spettro di righe lucide, indicante che la loro luce deriva soltanto da gas e vapori incandescenti; solo alcune, che forse sono piú inoltrate nella loro evoluzione, presentano, anche come sfondo allo spettro a righe, un debole spettro continuo: ciò significherebbe che la temperatura di questi astri si è alquanto abbassata, talché vi si sono formate nebbie o nubi di particelle solide o liquidi incandescenti.

La piú importante apparizione che si ricordi è quella dell'11 novembre 1527, giorno in cui una vivissima stella brillò nella costellazione della Cassiopea; l'apparizione fu quasi improvvisa inquantoché Cornelio Gemma, il giorno 8 dello stesso mese, osservando quella plaga celeste, nulla di notevole aveva notato. La stella uguagliò, il primo giorno, lo splendore di Venere e rimase nel suo magnifico

splendore anche settimane per poi diminuire gradatamente, cosicché dopo quattro mesi divenne di prima grandezza; il colore bianco dei primi giorni divenne rossiccio; e dopo un anno la stella non fu piú percettibile. Negli « Annali Cinesi » si trovano indicazioni di stelle nuove, la prima di cui si parla pare sia apparsa nel 134 a. C. nella costellazione dello Scorpione ed è quella che probabilmente, secondo Plinio, spinse Ipparco a compilare il catalogo stellare. Un'altra importante stella apparve il 1604 nel piede del Serpentario; fu osservata da Keplero e si mostrò fulgida quasi come Venere. Le altre stelle temporanee, apparse in seguito, sono state inferiori alla prima grandezza, e tutte hanno presentato rapide variazioni non solo di grandezza, ma anche di colorazione; nessuna idea si aveva però della loro costituzione.

Col 1866 venne applicato lo spettroscopio allo studio della stella brillante apparsa nella Corona ed allora si aprí un nuovo campo di ricerche e di studi sulla natura e sull'origine di questi singolari astri. E abbondanti elementi si raccolsero sulle stelle temporanee apparse in questi ultimi anni, quali la Nova del Cocchiere apparsa nel 1892, la Nova Persei apparsa nel 1901 e le due dei Gemelli apparse l'una nel 1903 e l'altra nel 1912.

Il 30 ottobre 1943 una stella nuova apparve nella costellazione del Cigno. Dalla settima grandezza nel massimo, al principio di giugno, la luce della stella andò lentamente diminuendo e la grandezza oscillò fra la ottava e la decima. Dopo il 25 settembre cominciò a calare rapidamente e al 2 novembre era come una stellina della 18ª grandezza.

Nei primi giorni di dicembre la stella ritornò ad ingrandirsi e il giorno 8 dicembre era salita ad un

massimo secondario e tale rimase per parecchio tempo.

Un'altra stella nuova apparve nella notte dal 9 al 10 novembre 1943 nella costellazione della Poppa a 33° a sud dell'Equatore. Il 15 novembre era salita alla 1ª grandezza e il 28 novembre, secondo Gialanella, era della 4ª grandezza e di colore giallo. Dal 29 novembre al 6 dicembre, secondo L. Stein, lo splendore si mantenne dalla 6ª alla 7ª grandezza.

Varie teorie furono elaborate, e sembra che la piú attendibile sia quella che ammette l'origine nell'energia sviluppata all'urto di corpi celesti. Negli spazi celesti, oltre agli astri brillanti da noi chiamati stelle, si trovano dei corpi oscuri o poco luminosi perché ricoperti di uno strato oscuro pur conservando un'elevata temperatura e gas e vapori ad alta tensione. Se uno di questi corpi ne incontra un altro, anche di dimensioni minori ma capace di rompere coll'urto lo strato che a guisa di scorza copre il corpo, i gas interni si mescoleranno e, per il calore proprio e per quello sviluppato dall'urto, si produrranno reazioni chimiche e combustioni, la cui luce si aggiungerà a quella dei materiali incandescenti erompenti dal corpo urtato. La rottura potrà avvenire per l'attrazione vicendevole sviluppatasi per l'avvicinamento dei due corpi o anche per altra causa.

Per spiegare gli aumenti di luce che talora si verificano nelle stelle nuove, come avvenne in quella dell'ottobre 1943, l'astronomo I. Stein ricorda che secondo l'opinione comune il fenomeno della stella nuova è dovuto ad una rottura nello stato di equilibrio della stessa, una specie di collasso per cui si verifica un'esplosione dell'astro, in seguito alla quale, da una parte gli strati piú interni vengono con violenza proiettati verso l'esterno, e, contemporaneamente, il

nucleo della stella subisce un fortissimo aumento di temperatura.

Il fenomeno ci apparirà come un aumento del diametro della stella, con un rapido aumento dello splendore totale. In seguito disperdendosi nello spazio la materia espulsa, lo splendore andrà diminuendo.

A causa dell'aumento della temperatura del nucleo della stella può quindi verificarsi un massimo secondario nello splendore.

L'evoluzione rapida di questi corpi celesti, ci fa assistere alla nascita di una nuova sorgente di luce, che, dopo breve periodo di splendore, si riduce fino alla completa estinzione.

Questi fuochi celesti da noi lontanissimi confermano come la luce sia la piú lampante manifestazione della vitalità.

21

La luminosità del cielo nelle notti senza luna

Al tramonto del sole, al cadere delle ultime luci purpuree dalle tinte piú tenui e che rischiarano l'orizzonte con intensità rapidamente decrescente, il cielo si imbrunisce, ma non raggiunge mai nelle notti serene e senza luna l'oscurità delle tetre e burrascose serate che sono preludio di acquazzoni.

L'immensa volta celeste trapuntata da miriadi di stelle solcate dagli assembramenti di stelline che formano la via Lattea, dalle enormi masse cosmiche attorno alle nebulose, ci appare luminosa. E, specialmente in aperta campagna, lontano dalle luci artificiali, il cielo emana una luce debole, ma sufficiente

per distinguere oggetti vicini e far risaltare i casolari, i manufatti che si distaccano con contorni nerastri e ben definiti.

Nelle notti serene si percorrono strade, viuzze, sentieri, senza bisogno di impiegare alcuna luce artificiale, e nelle aperte pianure o nelle colline ondulate o nelle zone montuose la luminosità del cielo, piú marcata in prossimità all'orizzonte, ci induce a tranquilla meditazione ed a dolci ispirazioni.

Lo spazio cosmico.

Ci chiediamo donde provenga questa calma luminosità e quale intensità possiano attribuirle riferendoci alle comuni luci artificiali largamente impiegate.

Se pensiamo allo spazio infinitamente grande, con un numero infinitamente grande di mondi lucenti, rivolgendo lo sguardo a qualunque punto del firmamento, dovremmo incontrare un raggio di luce proveniente da una stella. E secondo Albers i raggi di luce dovrebbero essere fra loro cosí vicini che il firmamento dovrebbe sempre risplendere come il giorno, e durante il giorno stesso il sole non potrebbe distinguersi dal rimanente cielo. Albers e Seeliger sono concordi nel ritenere che ciò non avviene e ogni notte la tenebra si distende sulla Terra, perché probabilmente lo spazio celeste conterrà qualche elemento che estingue gran parte della luce stellare. Sulla Terra giungerebbero principalmente raggi ultravioletti, azzurri, irradiati dalle molte stelle e non percepibili dal nostro occhio, mentre altri esseri, dotati di occhi piú sensibili dei nostri vedrebbero il cielo stellato piú luminoso e il creato avvolto da fantastiche luminarie.

Diversi studiosi hanno condotto delicate esperienze sulla luminosità del cielo notturno avvalendosi di fotometri a visione diretta o impiegando la fotografia. E siccome è risultata una graduale diminuzione della luminosità dell'orizzonte alla sommità del cielo, Newcomb ebbe per primo l'idea che la luminosità provenisse in gran parte dalle stelle e l'atmosfera che avvolge il globo dovesse influire sull'entità della luminosità stessa.

Piú studiosi cercarono di determinare l'intensità della luce del cielo notturno, e sembra, attraverso le esperienze piú recenti che essa possa paragonarsi alla luce diffusa da un lampadario di mezzo Watt.

Se la luce del cielo notturno si fa cadere sopra un opportuno prisma e si fotografa, appare composta di righe o filetti lucidi monocromatici di diverso spessore, e si ha cosí il modo di conoscerne l'intima composizione analizzando il cosí detto spettro.

Dalle indagini piú delicate compiute da parecchi studiosi, con delicatissimi e molto dispersivi spettrografi, si è ormai concordi nel considerare lo spettro della luce del cielo notturno formata da un fondo continuo dovuto in parte alla luce diffusa dalle particelle costituenti gli spazi interplanetari, in parte alla luce totale delle stelle, ed inoltre da un insieme di righe e di bande da attribuirsi in parte ai costituenti l'alta atmosfera.

In tal modo finora nello spettro del cielo notturno sono stati identificati i seguenti corpi: ossigeno atomico e molecolare, ozono, azoto, argon, elio, sodio, vapor acqueo e gli spettri dei nuclei cometari.

Si distinguono nello spettro le due righe rosse dell'ossigeno, una riga verde ed una gialla. Quest'ultima ha aspetto diverso dalla verde e cioè appare larga e sfumata ai bordi, e siccome l'intensità di essa varia

dallo zenit all'orizzonte, fa pensare che essa appartenga al sodio atmosferico.

Andamento notturno.

La presenza di atomi liberi di sodio ad altezze cosí grandi, ove esso abbia origine terrestre, si può spiegare ammettendo che essi provengano dall'evaporazione di particelle saline degli Oceani e che le molecole di cloruro di sodio si trovino in permanenza ad un'altezza di circa 60 Km. dove la temperatura è indubbiamente molto elevata (150°) e dove la pressione è minima.

Secondo Garrigue la riga verde presenta una netta variazione stagionale in quanto la sua intensità va da un minimo di 10 in estate ad un massimo di 20 in inverno. Anche la riga gialla presenta molta piú intensità in inverno che non in estate. Le righe rosse non diminuiscono di intensità dopo il tramonto, il che conferma che esse sono dovute all'eccitazione prodotta dall'irradiazione solare.

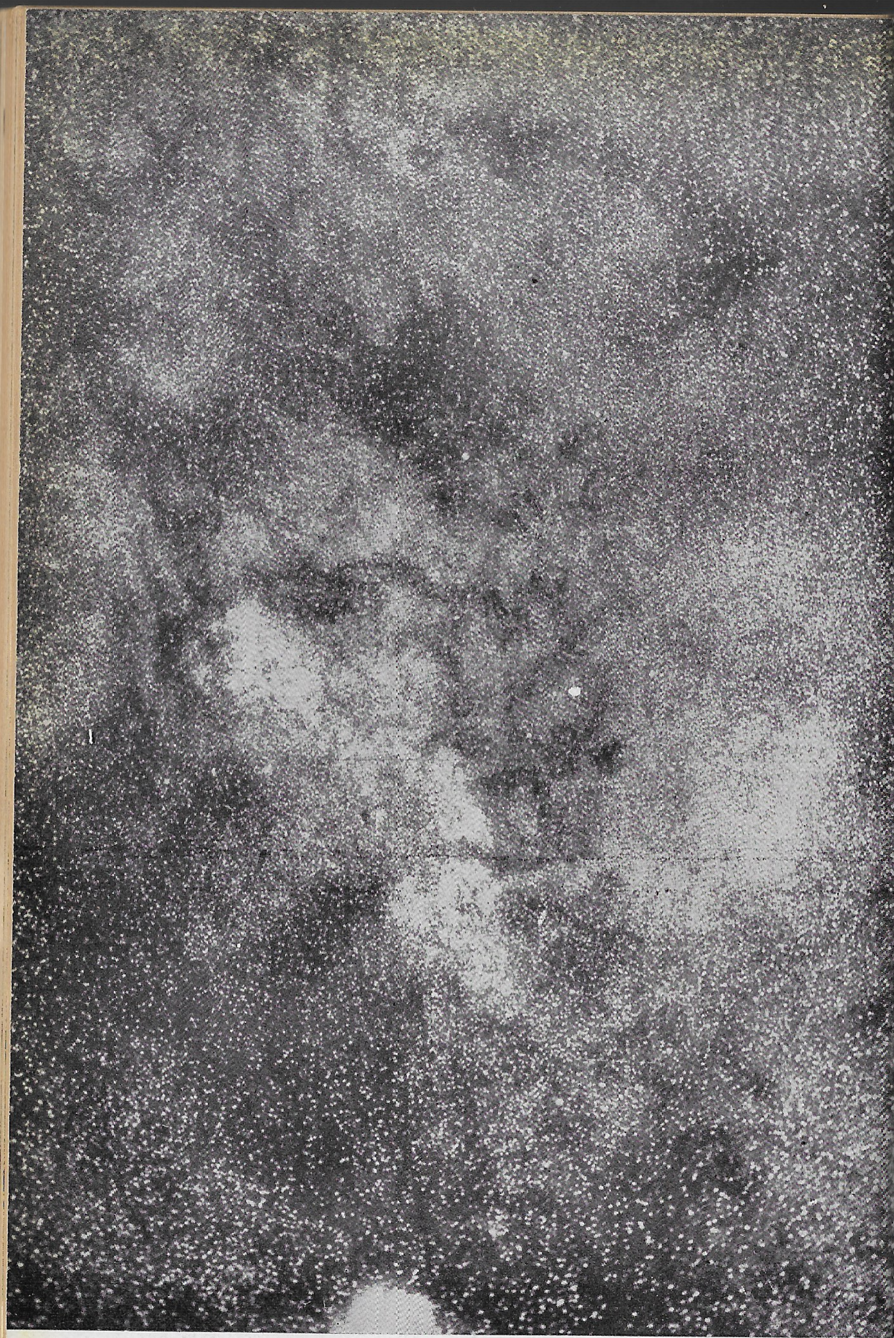
La luminosità del cielo presenta un andamento notturno e sembra che in gran parte dell'Europa centrale e occidentale si raggiunga il massimo verso mezzanotte mentre nella Russia l'aumento è massimo all'una e poi diminuisce lentamente nel resto della notte; nell'India sembra che l'aumento della luminosità continui anche dopo la mezzanotte.

Andamento autunnale e stagionale.

Dalle osservazioni protratte per piú annate risulta che la luce del cielo notturno presenta variazioni periodiche mensili e annuali di durata variabile a seconda della latitudine geografica delle stazioni; all'equatore le variazioni infatti sono quasi trascurabili.



Tav. XV. - Fuochi d'artificio a Parigi, durante l'Esposizione Coloniale.



Tav. XVI. - Una porzione della Via Lattea, nella Costellazione del *Sagittario*.

A queste variazioni periodiche risultano sovrapposte delle fluttuazioni che non rivelano alcun legame fra loro e una variazione lenta che si ritiene stia in correlazione all'andamento della frequenza delle macchie solari.

Non sappiamo ancora la vera origine di questa luminosità del cielo notturno e forse un giorno potremo allietarci della visione di meravigliosi paesaggi serotini e notturni, se saranno ideati dispositivi tali da rendere i nostri occhi idonei alla percezione di dette radiazioni.

22

La luce è materia o energia?

Come si origina questa forma di energia che illumina l'universo, che filtrando attraverso gli strati dell'aria ci fa vedere le meraviglie della natura nelle piú varie manifestazioni, dai campi di tenero grano, ai verdi vigneti, ai bruni quadri delle terre arate, alle belle coltri di bosco alternate da borgatelle, da paesetti?

Come si origina questa forma di energia che ci fa distinguere le forme, i colori dei vari corpi, che ci fa vedere i piú larghi orizzonti, le limpide acque scorrenti o le verdastre acque marine nelle spumeggianti onde, che ci avvicina alle immagini piú gaie?

Come si origina la luce che dopo un furioso temporale, con paurose e tetre nubi, fuga le tenebre e inonda il creato della vivacità dei colori piú nitidi e che ci apporta la gioia di vedere la primavera in fiore e il rigoglio delle vegetazioni?

Come ci giunge la luce che si accompagna all'emanazione del calore solare tanto necessario alla vita

animale e vegetale, fondamento della umana convivenza e che, tramontato l'astro diurno, si indebolisce per lasciare il dominio a quella proveniente dalla grande moltitudine dei corpi celesti di varie dimensioni, pianeti e ammassi stellari nelle chiare e limpide notti?

Newton considerava la luce come una corrente di corpuscoli infinitamente piccoli, proiettati a velocità straordinaria dal sole, da ogni sorgente luminosa, di natura diversa a seconda del colore: essi si propagherebbero in linea retta e con la medesima velocità nel vuoto e, a guisa di proiettili, agiscono meccanicamente su tutti i corpi che incontrano nella traiettoria descritta.

Huygens immaginò i corpuscoli uniti fra loro in quiete reciproca distribuiti in tutto lo spazio e pensava che la luce consistesse nella trasmissione di urti da corpuscolo a corpuscolo; cioè un corpo luminoso sarebbe sorgente di movimenti vibratori periodici analoghi a quelli che costituiscono il suono. Nelle radiazioni di origine ondulatoria non vi sarebbe trasporto di materia e la propagazione avverrebbe sotto forma di oscillazioni ondulatorie di frequenza assai elevata, che si trasmettono attraverso un mezzo ipotetico, chiamato etere, con una velocità che nel vuoto sarebbe di 300.000 km. al secondo.

Fresnel inclinava ad attribuire la luce a vibrazioni elastiche delle molecole dell'etere.

Questa teoria elastica non spiegava però i fenomeni cosidetti elettro-ottici e magneto-ottici, i quali provavano una influenza dell'elettricità e del magnetismo sui fenomeni ottici.

E siccome per spiegare la propagazione a distanza dei fenomeni elettrici, Farady aveva ammesso (verso la metà del secolo XIX) l'esistenza di un mezzo de-

nominato *fluido induttore* diffuso dovunque, venne naturale di domandarsi se vi fosse un'identità tra detto fluido e l'etere ammesso dalla teoria elastica.

Partendo da tale punto, Maxwell iniziò le sue mirabili ricerche teoriche che lo condussero ad ammettere che la luce si propagava con onde che trasportavano un campo magnetico variabile periodicamente, considerò cioè le onde luminose come onde elettromagnetiche.

Venti anni piú tardi (1888) Hertz produsse sperimentalmente le perturbazioni elettromagnetiche che si propagano per onde e presentano la gran parte della proprietà della luce e delle quali esse costituiscono una vera sintesi.

La teoria elettromagnetica della luce trovò in dette esperienze una splendida conferma.

La teoria di Maxwell lasciava nell'ombra la natura della perturbazione magnetica che produceva la luce.

Frattanto le ricerche sui raggi catodici, sulla radioattività avevano condotto a considerare l'elettrone come il costituente universale della materia. E allora Lorentz ammise l'ipotesi che le perturbazioni elettromagnetiche che producevano la luce, fossero prodotte da elettroni e che nell'accelerazione prodotta nel movimento di un elettrone risiedesse l'origine di un onda elettromagnetica.

Successivamente le radiazioni varie, conosciute sotto il nome di onde herziane, furono considerate come propagazioni di onde elettromagnetiche di varia lunghezza dall'ordine di molti chilometri all'ordine di un decimo di millimetro.

Quindi, sotto il nome di radiazioni si suole intendere un insieme di processi e di forze fisiche che possono avere origine corpuscolare o ondulatoria.

Le proprietà diverse che i raggi presentano sono dovute al fatto che le particelle dell'etere possono oscillare con diversa rapidità; può ossia variare il numero delle oscillazioni in un secondo, e si distinguono per la diversa lunghezza d'onda che è inversamente proporzionale al numero delle oscillazioni.

Queste diverse proprietà possono essere azioni calorifiche, proprietà chimiche, elettriche, luminose.

Delle radiazioni ondulatorie attraverso l'etere conosciamo finora:

1) raggi elettrici la cui lunghezza d'onda varia da 2 mm. fino a dimensioni elevate;

2) raggi infrarossi la cui lunghezza d'onda varia da 600 a 0,76;

3) raggi visibili la cui lunghezza d'onda varia da 0,76 a 0,40;

4) raggi ultravioletti la cui lunghezza d'onda varia da 0,40 a 0,0036;

5) raggi Röntgen la cui lunghezza d'onda varia da 0,0014 a 0,0000087.

Alle radiazioni corpuscolari appartengono i raggi catodici che, come è noto, trasportano cariche elettriche elementari negative e tutte le diverse specie di radiazioni radioattive.

I cosiddetti raggi penetranti rappresentano una specie di raggi Röntgen, molto duri, e sembra che la loro origine debba risiedere oltre la terra. Essi, nell'atmosfera, vicino al suolo abitato dall'uomo, esplicano minima azione; come le sostanze radioattive determinano la ionizzazione dell'aria e la con-



Tav. XVII. - L'ammasso stellare (n. 13) della Costellazione d'Ercole.



Tav. XVIII. - Illuminazione a gas, a Parigi.

ducibilità a mezzo della quale ha luogo uno scambio di aria tra il suolo e l'atmosfera.

Quindi la luce è un insieme di radiazioni di varia lunghezza d'onda.

***

Dopo oltre un secolo da che la teoria delle onde dominava incontrastata, nel 1900, Planck, dopo lunghi e difficoltosi studi teorici sul problema della radiazione del calore e della luce emanati da un corpo rovente, ammise che la luce fosse formata da particelle.

Egli dimostrava infatti che se un corpo arroventandosi diviene prima rosso, poi giallo e indi bianco, le oscillazioni che in esso producono la radiazione, non debbono produrre radiazioni continue, cosí come richiederebbe la teoria elettromagnetica. Piuttosto esse debbono emanare immediatamente da piccole porzioni di energia.

La quantità di energia di ogni porzione deve inoltre, secondo Planck, essere proporzionale alla frequenza.

Egli ritenne nei corpi solidi l'esistenza di un numero grandissimo di oscillazioni molto piccole, ciascuna delle quali era capace di assorbire e di emettere una radiazione di una determinata frequenza. Planck suppose ancora che dette oscillazioni potessero emettere o assorbire radiazioni per salti bruschi, per unità discrete, multiple di una certa quantità elementare o quantum. Questo quantum rappresentava una specie di atomo di materia e di elettricità; ma aveva una grandezza variabile e proporzionale alla frequenza delle radiazioni: $q = h.f.$

h è una costante universale indipendente dalla na-

tura dei centri luminosi ed è uguale a $6,55 \times 10^{-27}$ erg. per secondo.

Eistein per interpretare l'effetto fotoelettrico relativo all'emissione di elettroni di una superficie metallica, suppone che l'energia luminosa possegga carattere granulare e che consista in elementi *h v* quanti di luce, detti poi fotoni da C. N. Lewis, staccatisi nello spazio, i quali vengono emessi e assorbiti dagli atomi per semplici unità.

Una vera teoria corpuscolare della luce. Einstein accetta il valore del quantum di Planck e lo mantiene in forma di granulo radiante muoventesi rettilineamente con la velocità della luce.

Da quanto abbiamo esposto la teoria elettromagnetica di Maxwell rende noti alcuni fenomeni ottici, ma non può interpretarne altri come la fotoelettricità, la diffusione, ecc.

D'altro canto, la teoria dei quanta mentre spiega questi ultimi fenomeni, non può spiegare la riflessione, la rifrazione, l'interferenza, la diffrazione, la polverizzazione.

Nel 1924 Luigi De Broglie riuscí ad enunciare una teoria designata col nome di meccanica ondulatoria, con la quale avviene la sintesi della teoria elettromagnetica con la teoria dei quanta; cioè si viene a conciliare l'ipotesi delle onde con quelle di una struttura granulare delle radiazioni.

Con quest'ultima concezione, i corpuscoli di Newton sono sostituiti da pacchetti di energia denominati fotoni (ultimi elementi di disgregazione nell'atomo) i quali, propagandosi in linea retta, presentano le proprietà dell'onda.

La luce di tutte le lunghezze d'onda è cosí formata da una corrente di fotoni e la velocità di essi deve considerarsi come la velocità limite che non può es-

sere raggiunta e tanto meno superata da alcun corpo materiale nel trasporto di energia nello spazio.

Qualunque velocità non può superare quella data dalla luce nel vuoto; e alla diffusione esercitata dalle molecole dei gas che costituiscono l'aria, si deve la colorazione bleu del cielo, quella limpida colorazione che attraverso le diverse tonalità dipendenti dall'altezza del sole sull'orizzonte, ci allieta nelle giornate serene con gli incanti della natura nelle sue meravigliose manifestazioni.

Le indagini scientifiche hanno man mano sollevato il nostro intelletto dal profondo abisso che nelle epoche antiche avvolgeva l'origine della luce; oggi siamo portati ad ammirare la luce come manifestazione dell'energia dei fotoni che costituisce la vita dell'universo e una minima parte di essa facilita le esplicazioni delle attività dell'umanità assetata di soddisfare necessità sempre crescenti.

Capitolo V

GLI SVILUPPI DELL'ILLUMINAZIONE

23

Le luci artificiali

Le torce, le fiaccole formate da sostanze resinose, da cortecce arrotolate di alberi e da canapa impregnata di grasso, dovettero costituire le prime applicazioni per illuminare antri o per accorrere ove necessità impellenti richiedevano un intervento; e piú ancora, per continuare le attività casalinghe dopo il tramonto del sole, per allietare le riunioni familiari al riparo delle intemperie e nel periodo delle burrasche, nelle notti tenebrose e nelle regioni polari durante il periodo dell'oscurità. E accanto alle deboli luci si alimentavano gli affetti piú puri nelle anime assetate di bene.

La fiamma, come scrisse P. Scotti, formò il centro della famiglia, il simbolo e la realtà dell'amore che ha unito due cuori: è quello che indichiamo con dolcissima parola « focolare ». Per la produzione del fuoco come riscaldamento degli ambienti ai vecchi bracieri si sostituiscono i caminetti incastonati nei muri o addossati ad essi, intonandoli all'architettura dell'ambiente. La legna costituí sempre il

combustibile ideale e negli ambienti familiari l'alimentazione del fuoco con l'aggiunta di tizzoni si intonava all'armonia, alla fastosità delle riunioni deliziate dai tepori provenienti dal fasciame e dai tronchi scoppiettanti in luccicanti faville.

Chi non ricorda il tempo in cui accanto all'ultimo fuoco basso del caminetto in una sera invernale si traevano immagini di varie scene che sembrava si disegnassero nei carboni incandescenti? E quanta gioia si provava nel trovare volti, oggetti e ogni sorta di cose in quel fuoco che tanto fascino destava nella piena delizia dei sentimenti!

E quanta curiosità destava il divertente giuoco della caccia alle figure formantesi dai ramoscelli frantumati dalle irrompenti faville per indicazione sull'avvenire, sui prossimi avvenimenti familiari o personali!

Le delicate cortine di ricami disegnate sulla cenere ancora rossastra per il riverbero dei tizzoni accesi, le belle parole che adornano figurativamente la fine tela di ragno, il grillo con i reumatismi alle giunture, il Giano bifronte, il cappuccetto rosso, l'allodola, la colomba, quanti sogni tranquilli hanno fomentato nella penombra delle luci morbide delle lampade, mentre, sulle invetriate battevano goccioloni d'acqua o folate di vento scuotevano gli infissi!

Dopo faticose gite attraverso strati di neve che coprivano il paesaggio, quale gioia non destava il focolare alimentato dai rami ancora verdi dai quali, attraverso il fumo accecante, si staccavano zampilli fiammeggianti di fuoco lambendo calzari inzaccherati mentre si preparavano tanto desiderate vivande.

Fuochi deliziosi, che assieme ai tepori dell'ambiente riscaldato, avvivavano lo spirito dei commensali e fomentavano energie nella ebbrezza dei sugge-

stivi panorami fra le cime piú spiccate e i sentieri piú accidentati e piú ricchi di contrasti biancheggianti di soffice neve.

Nel periodo delle magie, si creò la Lucnomanzia che suggeriva metodi particolari per predire il futuro dall'andamento della fiamma e dall'intensità di essa.

***

Piú tardi vennero impiegate su larga scala le sostanze oleose e i grassi liquidi, e dovunque si diffuse l'adornamento con ciotole, con lampade di terracotta dipinte in vario modo. Con un lucignolo in esse immerso davano una luce giallastra, debole, poco vivace, ma riposante. Erano le lucerne (da *lucendo*) che si usavano di notte e che, assieme ai festoni di fiori e di fogliame, ornavano i banchetti o favorivano la prosecuzione del lavoro nelle ore serotine.

Quanti non ricordano quelle graziose lampade ad olio che abili artefici sostituirono alle terracotte, con metalli o con legno intarsiato e le ornarono con fregi e con riproduzioni di figure simboliche; su di esse paralumi trasparenti di carta oleata o intessuti di stoffe trasparenti, fino a pochi decenni fa illuminavano salotti, stanze intime e tavoli, ove gli studiosi vergavano le produzioni delle loro immaginazioni, della propria cultura, del proprio sapere!

E tuttora rimangono fra i mobili delle abitazioni piú raffinate artistici e magnifici esemplari di lucido rame o di bronzo quasi a ricordare le epoche dei nostri antenati che al chiarore di quelle luci non accecanti prepararono lo sviluppo delle nostre conoscenze nel progresso delle umane attività.

I Romani chiamavano *lampas* gli oggetti usati

per produrre luce mediante la combustione di materie solide; *lucerna* quelli ove si bruciavano combustibili liquidi, e fiaccole, *fax* torcia nuziale, *taeda* candele con miscela di resina e grassi. Nell'antica Roma venivano largamente usate le lampade etrusche, la cui fiamma simbolaggiava la floridezza della vita ed era destinata a rompere le tenebre delle tombe.

La lampada, cambiata di forma, è tutt'oggi largamente impiegata.

Nelle Chiese, dinanzi alle immagini, le lampade votive si moltiplicano; in alcuni Templi si notano ancora grandi lampadari destinati all'illuminazione delle navate principali.

Nel Duomo di Pisa si vede ancora la lampada che, abbandonata a se stessa dallo scaccino che l'aveva accesa, avrebbe col suo oscillare dato motivo nel 1583 all'osservazione del giovanotto di 18 anni, Galileo, studente di medicina in Pisa, sull'isocronismo delle piccole oscillazioni.

Le lampade ad olio come lampade votive adornarono i sepolcri e man mano furono sostituite con luce elettrica rendendo la lampada quasi inestinguibile.

. . . . E è la voce ardente
al suo sepolcro e l'appendé dov'era,
e con sua mano chiuse la spelonca,
dove ancor pende e raggia ancor la luce.

G. Pascoli.

***

Ben presto trovarono largo impiego le sostanze oleose e i grassi nella fabbricazione delle candele ottenute con stoppini grassi fusi con cera delle api,

con sego, con stearica e con altri grassi. Candele di varie dimensioni a seconda dell'uso al quale erano destinate; dalle candele bianche di modeste proporzioni che con rapidità e con comodità davano la possibilità di ottenere una luce per rischiarare gli ambienti, alle piccole candelette colorate che, opportunamente disposte, illuminavano il festoso alberello di Natale frammiste a ninnoli, a bambolotti, a globuli argentati, a fiorami ed arabeschi, alle grosse candele che i fedeli portavano con devozione alla Madonna e ai Santi. Offerta già stabilita dalla Liturgia ecclesiastica nella festività cosidetta candelora (festa che sostituí le illuminazioni dei Lupercali e le feste di Cesare) per ricordare quelle grandi mole di candele, incastrate nelle Bare decorate sino a formare una macchina pesantissima e capricciosamente conformata e trasportata a spalla da piú uomini, e che dalle varie comunità di lavoratori o esercenti venivano offerte come pegno di fede.

Ricordiamo le « candelore », grandi e festosi candelabri dell'altezza da 3 a 4 metri contornati da lunghi fregi in legno dorato con appese lampade e candele (in globi di vetro bianco o opaco o colorato) nonché da mazzi di fiori, che, trasportati a spalla da otto uomini, percorrono le vie della città di Catania durante i festeggiamenti della patrona S. Agata. Vanno ricordati anche i « candelieri » di Sassari che nel pomeriggio del 14 agosto percorrono la città in lenta processione; torri di legno sorrette da otto robusti operai. Il corteo ha origine dall'antico cero di 100 libre che gli abitanti di Sassari, decimati dalla terribile pestilenza del 1580 che cessava il 14 agosto dello stesso anno, votarono all'Assunta in segno di riconoscenza. Questi candelieri di legno portano infilati delle torcie o delle fiaccole accese. Ma essendo-

si appiccato qualche volta il fuoco, le fiaccole furono tolte e restarono le colonne di legno ornato da banderuole e da orpelli con lunghi nastri multicolori.

Anche a Ploaghe si portano in processione due candelieri per la festa del Corpus Domini.

24

I primi sistemi di illuminazione

Nei tempi piú antichi le case private erano illuminate con fiaccole o candele di sego o di cera. Piú tardi si introdussero le lucerne a lucignolo alimentate con olio. L'olio di uliva venne infatti importato dalla Grecia soprattutto per l'uso delle lucerne.

In un antico bagno venuto alla luce a Pompei furono trovate circa un migliaio di lucerne, evidentemente destinate alla illuminazione notturna di quel locale.

Ma, nonostante questi progressi, e ad onta della invenzione dei candelabri che facilitarono il largo impiego delle candele, fu impossibile ai Romani condurre una vita notturna.

Nell'antica Roma l'illuminazione serale delle strade proveniva dalle molteplici lampade ad uno e piú lucignoli che rischiaravano il banco di vendita delle botteghe. Dalle molte descrizioni trasmesse le botteghe si aprivano sulla strada in tutta la loro lunghezza e la soglia era occupata da uno dei lati del banco di vendita. Si aggiungeva la luce delle lucerne che ardevano dinanzi alle immagini sacre dei quadri e delle lanterne collocate nelle nicchie incavate a lato di qualche bottega o all'angolo di alcune case.

Sicché, chiuse le botteghe, la città rimaneva quasi

all'oscuro. I nottambuli, i cittadini che dovevano recarsi a tarda sera o di notte da un punto all'altro della città, portavano delle lanterne, specie di gabbie nel cui fondo di legno si trovava una lampada ad olio e tutte attorno erano disposte sottili laminette di corno, oppure fogli di papiro o tela leggera per diffonderne la luce.

Nelle notti serene l'illuminazione della città proveniva dalla pallida luce lunare e il contrasto delle ombre e della luce, i chiarori provenienti dai vicoli che si aprivano nelle vie piú larghe, dava luogo a meravigliosi scenari nei quali si muovevano le oscure sagome dei viandanti.

Allargati i confini dell'attività personale, ampliati i centri abitati, si manifestarono necessarie speciali provvidenze per illuminare le strade nelle ore serotine; le lampade votive accese nei tabernacoli, nelle nicchie incastonate in stabili per venerare le Madonne, i Santi, furono i primi mezzi per facilitare il transito dei cittadini, dei cariaggi attraverso le ore notturne.

Durante le epidemie, editti comunali obbligavano i proprietari a tenere accesa durante la notte una lanterna posta al primo piano del proprio stabile.

In alcuni quadrivi e nelle piazze si mantenevano bracieri accesi attorno ai quali stazionavano delle guardie per la sicurezza delle persone e per accorrere ove si richiedesse il loro aiuto. Essi portavano delle lunghe aste aventi una cesta di metallo dove accendevano stoppa e canapa imbevuta di sostanze oleose o resinose.

Piú tardi alcuni ebbero la concessione dalle autorità comunali di mantenere questi bracieri accesi durante la notte e del personale adeguato munito di torce accompagnava nelle loro operazioni quei cit-

tadini che desideravano avvalersi di tanto utile ausilio.

Dice lo storico Tassini a proposito di Venezia Ducale, che, per rendere piú sicura la città dalle aggressioni, vennero collocate nelle strade mal sicure alcuni fanali detti allora « cesenendoli » perché mandavano un fioco chiarore; oppure « cicendelae » perché la pietà dei parrocchiani poneva innanzi ad esse delle immagini di Santi affinché al loro cospetto si frenassero i ribaldi dal commettere azioni malvage.

A questa costumanza va collegata l'origine di quegli altarini o capitelli cosí frequenti tuttora a Venezia.

Sotto Luigi XI il Prevosto di Parigi aveva ordinato di mettere torcie ardenti o lanterne alle finestre delle case.

Nel 1662, sotto Luigi XIV, fu concesso ad un certo abate Gandiati della casa italiana di Caraffa l'impresa della pubblica illuminazione di Parigi. Ma la prima regolare e razionale illuminazione stradale si ebbe a Parigi per iniziativa di La Reyne; e ben presto si ampliò cosí che nel 1729 si contavano piú di 5000 lampade ad olio disseminate in tutta la città. Nel 1776 si conseguí un grande miglioramento con l'impiego dei cosidetti « riverberi », specie di specchi parabolici metallici che diffondevano la luce con piú uniformità e su piú larga zona.

Quasi contemporaneamente in varie città italiane ebbe inizio l'illuminazione pubblica e furono ideati artistici lampioni posti ad una certa altezza contornati da lastre di vetro a difesa di una lanterna a candele. I lampioni erano collocati nei crocevia, nei luoghi di maggior traffico, e gli accenditori, appena tramontato il sole, accendevano la candela introducendo, per un foro praticato verso la metà, una fiam-

mella posta alla estremità di un'asta che essi portavano. L'altezza della candela era calcolata in modo da poter mantenere la luce fino all'alba.

In occasione di festeggiamenti si accendevano migliaia di torce che illuminavano le vie principali e i percorsi dei cortei.

Nel 1785 il ginevrino Argaud ideò i lampioni ad olio disponendo una lampada cilindrica a doppia corrente, il che consentiva sicurezza di funzionamento e difficoltà nelle manomissioni.

***

Le sostanze oleose e grasse continuarono a impiegarsi per la illuminazione festiva di alcuni edifizi, e le ciotole ove si collocavano dette sostanze che bruciavano lentamente furono tramandate col caratteristico nome di fiaccole romane.

L'effetto di esse era sorprendente; sotto l'azione del vento la fiamma dondolava e l'insieme dell'edifizio sembrava oscillare con magnifici riflessi di effetto molto suggestivo.

Si ricorda l'illuminazione del grandioso tempio di S. Pietro e della cupola, spettacolo che parve al Goethe una favola prodigiosa, e l'illuminazione dell'Altare della Patria in Piazza Venezia. L'uno e l'altro maestosamente spiccavano con svariate iridescenze nello sfondo buio della sera e maggiormente ne risaltavano i contorni e le linee architettoniche con la sapiente collocazione delle fiaccole nei posti piú adatti.

In alcune città si usava illuminare con candelotti di sego entro coppette trasparenti multicolori, le porte, i cornicioni dei palazzi, delle case, i frontoni, le cupole, i timpani, le cuspidi delle chiese e persino

il piano delle strade in pendenza con bellissimi disegni di effetto artistico, smaglianti sul fondo nero del suolo.

25

L'ILLUMINAZIONE A PETROLIO E A GAS ILLUMINANTE.

Nel Caucaso, ad Atschjah, la popolazione, praticando dei fori al suolo ottenne un liquido che facilmente evaporava e con lieve riscaldamento produceva luce e fuoco. Diller impegnò alcune torce di questo liquido e bruciandole produceva una luce chiara che venne denominata luce filosofica.

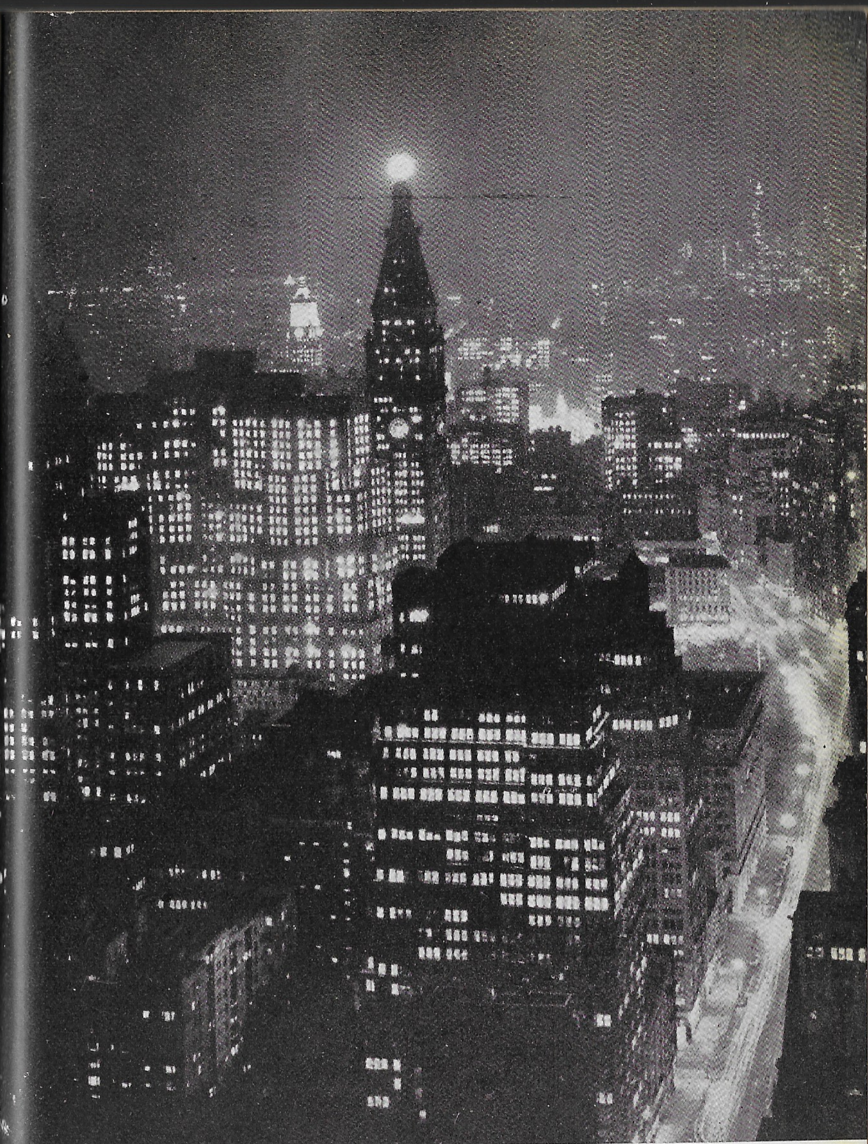
Larga diffusione ebbe questo nuovo combustibile, carbonio naturale, denominato petrolio e nelle regioni meridionali dell'Italia olio grasso, allorché venne impiegato per produrre la luce.

La fiamma che se ne otteneva era chiara, viva, riposante, ma richiedeva molto ossigeno per l'accensione e il maneggio era pericoloso per la facilità di provocare incendi. Si rimediò a tale inconveniente facendo la base dei recipienti molto pesante e per l'accensione si impiegò una calza di cotone intrecciata, attraverso la quale per capillarità il petrolio raggiungeva l'altezza di una fessura sovrapposta ove lentamente bruciava.

Un tubo di vetro assicurava un conveniente tiraggio e nel contempo la fiamma era tranquilla senza fumo; inoltre nei lumi da tavolo una campana di vetro latteo riparava l'occhio dalla luce diretta.

L'illuminazione a petrolio si deve al polacco Ignazio Lakasieziez, che, in collaborazione col viennese Ditmann, ne perfezionò l'uso.

Il primo esperimento di illuminazione pubblica si



TAV. XIX. - Veduta notturna di New York.

a

b

Tav. XX. - *a*) illuminazione di S. Pietro a Roma. *b*) Illuminazione con riflettori del Duomo di Milano.

affermò nel 1852 e rapidamente se ne diffuse l'impiego specialmente nei paesi isolati.

L'illuminazione a petrolio resistette ai progressi pel minimo costo del funzionamento e per la facilità dell'impianto.

Ancora oggi in molti paesi, specie di montagna o lontani dai grandi centri, persistono le lanterne a petrolio che non vengono accese nelle serate lunari. Anzi, nei contratti che stipulano le amministrazioni locali si defalcano le giornate di avanzata lunazione, cosicché, se in corrispondenza di dette giornate il tempo è nuvoloso o piovoso il paese è avvolto dalla piena oscurità.

L'illuminazione a gas luce.

Lebon che aveva in moglie una italiana, una Brambilla, nel 1780 ebbe l'idea del gas illuminante. Le ricerche furono continuate, e W. Murdoch ottenne il gas dalla distillazione di adatte qualità di carboni fossili.

La fiamma ottenuta in becchi liberi aveva una bella colorazione azzurra, aveva grande luminosità a causa della quantità adeguata di carbonio e di ossigeno degli idrocarburi che generano il gas-luce.

Nel 1812 a Londra fu fatta la prima applicazione nella illuminazione pubblica.

L'impiego di lumi a gas nella illuminazione pubblica trovò largo favore perché l'effetto che se ne otteneva rendeva piú suggestivo l'ambiente per la lieve tonalità della luce e per il maggiore risalto delle ombre.

Nel 1815 Samuele Aleg inventò il contatore a gas, e alcuni anni piú tardi tutte le strade principali delle grandi città vennero illuminate con lampade a gas.

L'illuminazione raggiunse un notevole miglioramento con l'impiego delle reticelle Auer poiché si accrebbe molto la efficienza specifica.

Si impiegarono dei becchi a incandescenza dove agiva in prima linea il calore di combustione del gas, mentre nei precedenti becchi a fiamma libera prevaleva il potere luminoso del gas.

La luce a gas attraverso la reticella diventava piú luminosa con colorazione bianco accentuato e atta a diffondersi a distanza, cosicché i relativi lampadari destinati alla pubblica illuminazione potevano distanziarsi alquanto l'uno dall'altro.

Le prime reticelle Auer ebbero una forma ben diversa di quelle largamente utilizzate e che si avvicinavano alla forma tronco-conica, sí da ottenere il massimo effetto luminoso.

I risultati pratici si debbono in gran parte alle esperienze eseguite per molti anni dal Prof. Boccara. La luce emessa dalla superficie incandescente va diminuendo a mano a mano che i punti di essa si discostano dalla base e diviene quasi nulla alla sommità.

La reticella dà la maggiore intensità luminosa nei primi due centimetri di altezza a partire dalla base, e allora le reticelle (prima erano lunghe) furono fabbricate piuttosto basse e larghe, tali però da conservare presso a poco la stessa superficie irradiante.

Le lampade a petrolio non furono però del tutto rimosse poiché i tecnici trovarono modo di impiegarle dove si utilizzava il gas del petrolio, ottenuto con l'impiego di una pompa sul liquido contenuto nel recipiente. Sotto l'azione dell'aria compressa i vapori del petrolio affluiscono in un tubo attraverso un foro sottilissimo che portava sovrapposta una reticella di materiale refrattario, cosicché la fiamma ottenuta con l'accensione era vivace, bianca

e fissa. Ma la concorrenza del gas-luce si accentuò in modo da far ridurre al minimo l'impiego delle lampade a vapore di petrolio.

Le lampade ad acetilene, pur avendo un maggiore potere illuminante, non trovarono largo impiego per difficoltà pratiche e pel forte calore che sviluppavano.

26

L'illuminazione a lampade elettriche

Ma, frattanto, un altro mezzo per la produzione della luce si affacciava con magnifica prospettiva e cioè l'impiego della luce emanata da fili percorsi dalla corrente elettrica.

Dapprima si costruirono le lampade con fili di platino, ma non riuscirono di utilità pratica perché il platino fonde facilmente al calore prodotto dalla corrente elettrica e la luce emanata era poco rischiarante.

Le prime candele elettriche erano fornite da due carboni a bacchette disposti parallelamente l'una accanto all'altra e separati fra loro da uno strato coibente semirefrattario formato da un miscuglio di gesso con solfato bacitico. Le punte delle bacchette erano riunite da un pezzetto di carbone leggero che, al passaggio della corrente, bruciava subito e serviva da innesto all'arco che in seguito si formava tra i due carboni fondendo e volatilizzando la sostanza interposta, cosicché si aveva un consumo che ricordava quanto avviene in una candela stearica.

Con siffatto dispositivo si avevano continue variazioni sull'intensità della luce e nel contempo si produceva un suono continuo e monotono.

In seguito vennero utilizzate le lampade ad arco ove uno strato di aria o di gas qualunque si fa attraversare dalla corrente. Esse sono costituite da due cilindri di carbone compatto un poco affilati in punta e tenuti da due morsette di ottone; messe a contatto fra loro con le punte si collegano coi reofori della pila. La corrente passa nel punto ove i due carboni si toccano incontrando molta resistenza, e li arroventa; allora si possono spostare di qualche millimetro i due carboni senza interrompere il passaggio della corrente, che varcherà lo spazio rimasto fra le due punte formando un arco luminoso detto arco voltaico.

***

Nell'illuminazione elettrica si ottennero notevoli progressi con le lampade ad incandescenza.

Sin dal 1841 Federico di Moleyon aveva pensato di chiudere un filo metallico conduttore in un tubo di vetro dal quale era stata sottratta tutta l'aria.

Nel 1844 il Deleuil nella piazza della Concordia di Parigi dissipò una fitta nebbia con le prime prove dell'illuminazione elettrica. Nel 1854 I. W. Starr collaborando con E. A. King aveva costruito una lampada in cui una sbarretta di piombaggine collegata ad ambo i capi cogli estremi di un conduttore elettrico era introdotta nello spazio sovrastante la colonna di mercurio nel tubo barometrico.

Nel 1860 a Parigi furono posti nella piazza i primi fari a luce elettrica.

Nel 1878 Sauyer e Man costruirono una lampadina nella quale all'aria era sostituito l'azoto.

Lampade ad incandescenza.

Ma spettava ad Edison la scoperta, nel 1880, della piú redditizia lampada ad incandescenza. Dalla biografia pubblicata da George S. Bryan apprendiamo che con le sue prime ricerche Edison si proponeva di accendere un dato numero di lampade, la somma delle quali avrebbe dovuto eguagliare la lampada ad arco voltaico, ciascuna di piccola potenza, assai minore delle 200-300 candele che sempre costituivano la potenza di una lampada ad arco.

Risolto cosí il problema di disporre le lampade in parallelo anziché in serie, Edison si concentrò alla ricerca della qualità del filamento. Per avere il filo di carbone fu adoperata la carta imbevuta di fuliggine e catrame, poi arrotolata e carbonizzata, ma nel vuoto questi filamenti duravano soltanto da 10 a 15 minuti.

Il 1° ottobre 1879 Egli riuscí ad avere una pompa capace di produrre un vuoto altissimo e comprese che bisognava riscaldare il filamento mentre si produceva il vuoto per riuscire ad estrarre anche l'aria assorbita dalla materia del filamento. Nel contempo condusse infiniti tentativi per ottenere un filamento di carbone resistente dagli impianti di cellulosa, dal filo da cucire, dalla fibra di bambú.

Il 21 ottobre dello stesso anno ottenne una lampada che aveva continuato a dar luce per oltre 40 ore.

Continuarono le ricerche per il miglioramento del filamento e Edison riuscí a carbonizzare non meno di 6000 specie di fibre spendendo non meno di centomila dollari e la lampada si affermò col filamento di bambú.

Nell'esposizione internazionale di elettricità tenutasi a Parigi nel 1881, Edison espose una colossale

dinamo che poteva servire ad accendere oltre 1000 lampadine.

Queste lampadine non mandano gas, vapori di nessun genere per cui non viziano l'aria con le fiamme a gas o a petrolio; non guastano le pitture, le decorazioni, le dorature e inoltre dànno una luce splendida e gradevole all'occhio.

Il 4 settembre 1882 la società Edison di illuminazione elettrica di New York dava luce a circa 400 lampade. E sul modello dell'America venivano fatti pure con sistema Edison impianti a corrente continua in alcune delle principali città europee fra le quali Milano e Napoli.

La prima grande applicazione di luce elettrica a Roma.

La Società Anglo Romana fin dal 1854 provvide all'illuminazione a gas luce della città di Roma. Precedentemente si adoperavano lampade Carcel ad olio il cui becco era di mm. 23,5 e l'altezza del tubo di cristallo di 290 mm.

Il becco a gas era del tipo Benghel in porcellana a 30 buchi con paniere e senza cono; l'altezza del becco era di 80 mm. I fanali erano formati con becchi cidetti a valvola o regolatori, i quali bruciavano a rubinetto interamente aperto. Però, fuori del perimetro del Comune, continuarono a funzionare una sessantina di lanterne pubbliche a petrolio.

Carlo Pouchain, direttore dell'anzidetta società, divenuto agente del Comitato Italiano per lo studio e l'applicazione del sistema Edison, nel 1882 provvide alla illuminazione con lampade ad arco del piazzale della stazione ed altri locali.

Successivamente, la medesima società coll'opera

mirabile di Guglielmo Mengarini, il 30 ottobre 1886 illuminò a giorno Piazza Colonna mediante lampade ad arco sormontate da un enorme riflettore rotondo. Nel contempo si pensava anche a trasportare a Roma energia elettrica da prodursi con parte delle acque dell'Aniene presso Tivoli e i relativi lavori furono progettati da G. Mengarini. La sera del 4 luglio 1892 poté essere eseguito il tanto atteso lancio dell'energia attraverso la suggestiva campagna romana destinata ad illuminare alcune vie della città eterna.

Questo trasporto di energia da Tivoli a Roma, primo in tutto il mondo, rivoluzionò il campo dell'energia disponibile per qualsiasi uso ricavata da forze idrauliche lontane e segnò la fine degli altri sistemi dell'illuminazione allora in uso.

Ma parallelamente all'illuminazione ad arco si diffonde la illuminazione delle lampade ad incandescenza; l'impiego del gas-luce viene contrastato dalle lampadine elettriche.

27

Predominio dell'elettricità nella illuminazione

L'illuminazione elettrica aveva il vantaggio di favorire il contemporaneo funzionamento delle lampade comprese in un dato circuito e di non richiedere personale incaricato di provocare, come avveniva nel gas-luce, l'accensione di fanale in fanale. Infatti nell'illuminazione a gas-luce erano adibite parecchie persone, i lampisti, che portavano un'asta avente all'estremità superiore un gancio per aprire il rubinetto destinato a fare affluire il gas da accendere, e uno stoppino acceso contenuto entro un tubo forato,

cosicché avvicinando questo tubo al becco il gas si accendeva.

I medesimi lampisti dovevano poi provvedere allo spegnimento delle lampade nelle prime ore del mattino.

Non appena fu applicata al gas la calzetta Auer si evitarono queste operazioni facendo variare la pressione del gas prodotto.

Accanto alla calzetta del becco di ogni lampada si manteneva sempre accesa una piccola fiammella, tanto piccola da non consentire l'accensione della calzetta. All'ora stabilita per l'accensione si aumentava la pressione del gas immesso nelle condutture; ne seguiva un aumento dell'afflusso in ogni fanale, la piccola fiammella si ingrandiva e in condizioni tali da favorire l'accensione della calzetta. All'ora dello spegnimento si diminuiva la pressione del gas e poco dopo si spegneva la calzetta.

Ma il minore costo dell'energia elettrica e la facilità della illuminazione fece ben presto abbandonare l'uso del gas-luce nella illuminazione pubblica e privata.

Si intensificava dovunque il bisogno di maggiore luce e le lampade ad arco sono ormai soppiantate dalle lampade a tungsteno, in gas inerte; ma, nel contempo, l'illuminazione ad incandescenza si perfezionò in modo mirabile.

Nel 1900, dopo 20 anni dalla prima lampada a carbone, nasce la lampada Nerst che nel 1908 illumina il Dal Verme di Milano.

Nel 1905 compare il filamento di carbone metallizzato e quasi subito dopo i filamenti ad osmio e a tantalio.

Nel 1911 (Coolidge) si diffonde il filamento di tungsteno trafilato e la lampada si perfezionò rapi-

damente sino ad arrivare, con l'impiego del gas inerte nell'ampolla, al punto attuale di supremazia.

Al filamento di carbone nel vuoto, subentrò nel 1911 il filamento metallico nel vuoto; nel 1913 il filamento prese la forma aspirale in una miscela di azoto e argon; nel 1938 lo stesso filamento venne immerso in una miscela di Kripto e di Xeno, che per la loro densità notevolmente elevata sembrano rispondere meglio degli altri gas, perché presentano una perdita molto bassa per conducibilità.

Il rendimento luminoso della lampada al Kripto risulta inoltre piú elevata e migliora con l'aggiunta dello Xeno.

Il tubo a scarica luminosa di Moore (1903) segue il passaggio dal tubo Geissler del gabinetto di fisica all'applicazione pratica; ma l'azoto e l'anidride carbonica non si prestano a buoni rendimenti.

Soltanto il tubo di Claude (1907) con l'impiego del neon che ha il potenziale di ionizzazione assai minore dei gas perfetti, poté conseguire ottimi risultati.

Ulteriori perfezionamenti si ottennero con i tubi a scarica nei vapori di sodio (1931) e con quelli a scarica nel vapore di mercurio a superpressione (1936).

La tecnica ha perfezionato ormai i metodi di illuminazione e le applicazioni pratiche riescono di immensa utilità.

Nelle lampade ad incandescenza il rendimento è massimo perché direttamente si trasforma l'energia elettrica in energia luminosa, mentre nelle altre lampade l'energia elettrica dapprima si trasforma in calore e poi in energia luminosa.

Nelle lampade a gas il poco calore che si sviluppa è impiegato per conseguire l'evaporazione del sodio

metallico, base del funzionamento delle lampade stesse.

In esse il bulbo contiene una certa quantità di neon che lascia passare una scarica elettrica iniziale e il poco calore cosí prodotto fa evaporare il sodio dando modo all'adescamento della lampada.

28

La misura della luce

I procedimenti impiegati per la produzione artificiale della luce man mano si perfezionarono e l'impiego pratico si diffuse tanto per le industrie quanto per l'illuminazione di uffici privati e pubblici, e delle città, cosicché si presentò impellente la necessità di adoperare adeguata unità di misura.

Col progredire e col perfezionarsi delle ricerche sperimentali le dette unità subirono modificazioni, e gli studiosi e tecnici cercarono di uniformarle sempre piú alle nuove esigenze tenendo sempre presenti le pratiche applicazioni.

Le prime unità erano fondate sulla luce prodotta dalle combustioni di alcune sostanze oleose.

Cosí si adottò il carcel, ossia l'intensità in una direzione orizzontale della fiamma di una lampada tipo Carcel che bruciava allora 42 grammi di olio di colza purificato.

La lampada normale inglese consumava 7,776 grammi di spermaceti per ora e la relativa intensità luminosa era di 0,12 carcel.

La lampada normale tedesca era una candela di paraffina la cui fiamma aveva l'altezza di 10 mm. e produceva una luce uguale a 0,14 carcel.

Queste diversità di unità indussero gli studiosi a trovare una sorgente di uso generale e il Congresso Internazionale degli elettricisti a Parigi nel 1884 si pronunciò in favore della seguente unità assoluta proposta da Violle.

Il campione Violle è l'intensità che possiede, nella direzione normale del suo piano, un centimetro quadrato della superficie di un bagno di platino incandescente alla temperatura di solidificazione.

Siccome questa unità è troppo grande per le applicazioni pratiche, il Congresso Internazionale di elettricità tenutosi a Parigi nel 1889 fissò l'unità pratica denominata *candela decimale* uguale a $\frac{1}{20}$ dell'unità assoluta e circa $\frac{1}{10}$ del Carcel.

Misure recenti hanno dimostrato che il campione Violle può variare entro grandi limiti (15 per 100) sotto l'influenza di cause difficili a controllarsi e che hanno indotto ad abbandonare l'impiego di questo campione poco costante.

Continuarono quindi i tentativi per dare alla candela una definizione empirica indipendente dal campione Violle, e, a tal'uopo, si impiegarono candele perfezionando i procedimenti per ottenere una luce con caratteristiche piuttosto costanti e corrispodente ai bisogni pratici.

Cosí Vernon Harcourt costruí una candela adoperando il pentano; Hefner Alteneck ricorsero all'acetato di amile.

Però queste due nuove candele, sebbene presentassero rispetto alle precedenti maggiore precisione, non avevano quel minimo di requisiti che si deve esigere da un campione primario.

Si rinnovarono allora le discussioni, e, siccome era

necessaria la pronta adozione di una unità unica per tutti, i tre laboratori internazionali della Francia, della Gran Bretagna e degli Stati Uniti nel 1909 convennero di adottare una unità comune, candela internazionale realizzata con la media della intensità delle lampade a incandescenza a filamento di carbone conservate con molta cura in ciascuno dei tre predetti laboratori, e che rappresentavano campioni di riferimento. Questa unità è uguale all'antica candela decimale francese; e la candela Hefner, molto diffusa in Italia, ha un'intensità luminosa uguale a 0,90 della candela internazionale.

Da questa unità, *candela internazionale,* derivano poi le altre unità fotometriche.

Lumen internazionale: unità di flusso luminoso corrispondente al flusso luminoso di una quantità di luce unitaria emessa in un secondo. Lumen ora è l'unità della quantità di luce emessa per la durata di un'ora col flusso di un lumen.

Lux internazionale: unità di illuminamento corrispondente all'intensità di illuminazione della superficie di un m^2 colpita dal flusso luminoso di un lumen uniformemente ripartita.

Non tutti i paesi aderirono a tale unità; e da parte di alcuni studiosi fu avanzata la proposta di abbandonare l'unità di intensità luminosa ed adottare invece l'unità di flusso luminoso oppure quella di illuminazione.

Cioè invece di considerare l'intensità luminosa della sorgente di una data direzione, adoperare il flusso luminoso totale della sorgente stessa, oppure l'illuminazione che la sorgente di luce prescelta produce in un punto determinato di un piano di posizione assegnata rispetto alla sorgente stessa.

Frattanto recenti ricerche hanno condotto alla

adozione di un nuovo campione internazionale formato da un bagno di platino in fusione nel quale si trova immerso un tubo refrattario di un piccolo diametro. L'irradiazione emessa da questo tubo che funziona come un corpo nero è indipendente dalla natura circostante ed è perfettamente determinato.

Nelle misure fotometriche si adopera ancora la lampada Carcel, sostituita però da piú lampade ad incandescenza delle quali si è studiata l'intensità luminosa in funzione della corrente elettrica che le alimenta.

Capitolo VI

LE APPLICAZIONI PRATICHE

29

La colorazione della luce

I colori si distinguono a cominciare da una certa potenza luminosa. È noto il proverbio: di notte tutti i gatti sono grigi. I colori non appaiono tutti contemporaneamente; il blu appare per primo e il rosso per ultimo.

Le luci colorate si realizzarono con le lampade ad incandescenza; a tal uopo si immergevano in bagni di lacca nella tinta desiderata. Ma ben presto si constatò che questo procedimento non garantiva la regolare tonalità del colore e venne sostituito con un altro per mezzo del quale il bulbo della lampada era colorato mediante polverizzazione a mezzo di una pistola pneumatica.

Ma anche con questo procedimento non si conseguirono vantaggi notevoli, specie per quelle lampade esposte all'intemperie.

La Westinghouse Lamp Company cercò di applicare lo strato colorante all'interno della lampada, sempre col sistema della polverizzazione, e per tale

operazione al bulbo della lampada si imprimeva la velocità di 700 giri al minuto.

La piú recente conquista consiste nell'aver completato ed arricchito lo spettro di emissione della scarica con le radiazioni ottenute per luminiscenza da speciali sostanze depositate sulle pareti del tubo ed eccitate dai raggi ultravioletti che accompagnano la scarica e che prima d'ora andavano dispersi.

Se in un tubo al neon si include una traccia di mercurio, la luce diventa la caratteristica del mercurio, il neon non funziona piú che da gas di riempimento e può essere sostituito almeno per l'80% dall'argon.

Se a questo tubo neon-argon-mercurio si applica un rivestimento interno di materiale fluorescente, il quale trasforma la radiazione violetta e ultravioletta in radiazioni di maggior lunghezza d'onda, la tinta di luce cambia. E cosí si è arrivati alla luce bianca nei tubi a scarica disruptiva.

Nelle lampade a vapore di mercurio, usando materiali luminescenti a base di solfiti di zinco e cadmio oppure di silicati di cadmio e berillio, si riesce a spostare le radiazioni ultraviolette verso il rosso dello spettro. Il solfito di zinco e cadmio, eccitato dalle radiazioni ultraviolette, emana una luce rossa; l'ortosilicato di zinco dà il colore verde chiaro; il silicato di zinco e berillio il colore rosa; il tungstato di calcio il bleu oscuro e il tungstato di magnesio il bleu chiaro.

Nella lampada a neon si ottiene il colore rosso arancione con l'ortosilicato di zinco di colore giallo e col tungstato di calcio il colore rosa.

Piú difficile è incorporare le sostanze fluorescenti nel vetro in modo da ottenere un'esatta correzione di colori senza bisogno del rivestimento.

Vetri colorati in pasta possono essere usati per accrescere la gamma dei colori ottenibili a scopi decorativi. Ad esempio un tubo a scarica in elio (luce rossa chiara) se formato da un vetro speciale a tinta gialla, dà un magnifico giallo oro.

30

L'illuminazione degli ambienti

Il meraviglioso sviluppo dei sistemi di illuminazione, i perfezionamenti conseguiti nei diversi tipi di lampade, provocarono un radicale rinnovo nei metodi finora seguiti nell'addobbo delle case private.

Le luci deboli, timide, dei lampadari ad olio e delle tremolanti candele che lasciavano nella penombra angoli delle stanze ove talora si amava rifugiarsi per concentrarsi nella ricostruzione di dolci ricordi del passato o per ascoltare melodiose armonie emananti da strumenti illuminati da una piccola aureola di luce giallastra, furono abbandonate e rimasero come ornamenti storici dei vetusti salotti.

Nelle moderne case invece la luce domina sovrana, illumina tutte le pareti, i soffitti, penetra nei paramenti, si riflette dalle tappezzerie dando all'insieme un chiarore spiccato quasi a voler prolungare gli effetti di un radioso sole pomeridiano i cui raggi inondano tutte le stanze orientate verso ponente.

Questo completo mutamento dei metodi di illuminazione è fondato sull'impiego delle lampade elettriche, perché esse dànno della luce che, come una sostanza plastica sotto le mani di un artista, si armonizza con gli addobbi delle stanze, rendendo piú gaie, piú festose le sale di ricevimento, e nella intimità dei salottini personali invogliano al raccogli-

mento, o nella severità delle sale di convegno sono efficace contributo alle diverse discussioni e trattazioni.

In un primo tempo si diffusero dovunque lampadari pendenti dal soffitto con miriadi di lampadine incastonate nelle varie parti delle figure simboliche di vetri colorati o di verghe e piastre metalliche variamente intrecciate, e candelabri dalle cui lampade si proiettano fasci di luce vivace, creando tutta una luminosità soverchiante che stancava, e che in alcuni punti produceva anche degli abbagliamenti.

Questa eccessiva produzione di luce fu ridotta man mano e si era quasi giunti a modificarla completamente impiegando dispositivi piú adatti a fornire agli ambienti un'adeguata luce egualmente distribuita in modo da potere apprezzare il rilievo degli oggetti, ma non eccessivamente da stancare l'organo visivo. E inoltre, per evitare l'inconveniente dell'abbagliamento, si schermava la luce in maniera da diffonderla a seconda delle esigenze del locale.

Per bene valutare il rilievo degli oggetti, occorre illuminare l'ambiente con una luce dolce e che agisce in una direzione determinata. Ma per far sí che le ombre siano raddolcite e non brusche è vantaggioso disporre oltre alla sorgente principale di grandi dimensioni, altre sorgenti secondarie opportunamente collocate in armonia alla architettura dell'ambiente.

Non tardò a svilupparsi un'arte luminosa col compito di realizzare una illuminazione artistica e decorativa degli ambienti destinati a ritrovi aristocratici e appartenenti a locali signorili o destinati a conferenze, a convegni intimi.

Le sorgenti di luce in massima parte venivano celate nelle cornici, nei riquadri del soffitto, e le verni-

ci argentee o dorate e le tinte delle colorazioni per la rifinitura degli stucchi lungo le pareti venivano ad acquistare una vivacità e una eleganza di mirabile effetto.

Le lampade colorate a vapori di mercurio, di sodio, contribuirono a perfezionare la policromia, intonandola alle esigenze costruttive del luogo, mettendone in rilievo alcuni elementi architettonici, mascherandone altri e conferendo un'atmosfera di vivacità e di gaiezza.

31

L'illuminazione delle vie di maggiore traffico

È ormai confermato dalle statistiche rilevate nei diversi paesi che l'illuminazione è il solo mezzo di sicuro esito per diminuire notevolmente gli incidenti nelle vie piú frequentate.

Alcuni hanno pensato di costruire larghe vie con una striscia di separazione lungo la zona centrale, altri hanno cercato di eliminare i passaggi a livello, o di scaglionare opportuni segnali di circolazione, o applicare delle leggi speciali, ma i risultati conseguiti hanno deluso le molte speranze che sin da principio si fondavano.

Una buona illuminazione, adeguata alle esigenze tecniche costruttive delle strade è la migliore garanzia per prevenire i numerosi incidenti di circolazione.

Nel 1936 negli Stati Uniti si verificarono ben 37.500 incidenti di automobili e di questi 22.500 si verificarono di notte; 1.300.000 persone furono ferite e i danni materiali ammontarono a 1.600.000.000 di dollari.

Si comprende come numerosi tecnici si siano interessati a perfezionare i metodi di illuminazione.

Negli ultimi anni decorsi furono conseguiti progressi notevoli mediante l'impiego delle lampade a vapore di mercurio ad alta tensione e a vapore di sodio.

Quest'ultime per l'elevata efficienza luminosa e per le ottime condizioni di visibilità e di ricchezza di contrasti rappresentavano quanto di meglio potesse ottenersi. Ma a causa della luce gialla monocromatica che impedisce la visione dei colori, si perfezionò la installazione collocando negli attraversamenti urbani lampade a vapore di mercurio la cui luce ha uno spettro poco dissimile da quello della luce bianca.

Nel 1937 la strada di 40 Km. che congiunge Bruselle con Anversa invece fu illuminata con lampade di sodio alternate con quelle a mercurio: i parchi apparvero meglio illuminati poiché i prati, il fogliame e i filari degli alberi acquistarono una magnifica ricchezza di colori e di ben distribuiti contrasti.

Sogliono impiegarsi due procedimenti diversi: l'uno fa uso di illuminazione diretta, l'altro di illuminazione diffusa. Col primo si adoperano dei fari, come avviene generalmente con i fari da automobile; i fari proiettano i propri raggi sugli oggetti e questi riflettono una parte della luce ricevuta.

Al mezzo di vetri polarizzatori, di vetri di tinte diverse, si può rendere piú armonica l'illuminazione delle vie piú frequentate in modo da ridurre per quanto è possibile la frequenza degli incidenti che causano tante vittime. Ma praticamente non sembra che si siano raggiunti ottimi risultati.

Sembra invece che si realizzi un gran vantaggio adoperando l'illuminazione indiretta con l'installazione di sorgenti luminose fisse la cui luce è proiettata sul terreno in modo da renderlo quanto piú è

possibile brillante; e si ottiene una piattaforma pallida sulla quale ogni cosa che vi si trova si proietta nettamente in profili oscuri; ed essendo il contrasto piú accentuato la visibilità è molto migliorata.

La percezione di un ostacolo o di un oggetto avviene per contrasto di luminosità o per contrasto di colore. Si possono verificare tre casi: e cioè, l'ostacolo è piú scuro dello sfondo contro cui esso è visto, oppure l'ostacolo è piú luminoso del fondo, infine l'ostacolo ha la medesima luminosità del fondo, ed allora diviene invisibile. Il primo caso si verifica allorché l'illuminazione è prodotta da sorgenti poste ad una certa altezza, il secondo ha luogo allorché la luce viene proiettata dai fari di automobile

Come ha ben illustrato l'Ing. A. Leduc, una buona installazione presenta una serie di sorgenti luminose situate ad una altezza tale che sembra gradevole all'occhio, contribuisce ad abbellire i paesaggi circostanti, dà una luce uniforme lungo la via e dà sensazione di conforto, buona sensibilità e sentimento di soddisfazione e di sicurezza.

I fattori principali che contribuiscono a formare la visibilità possono configurarsi nei quattro seguenti gruppi:

1) La quantità di flusso luminoso che batte sulla superficie lastricata;

2) Il brillante rilievo del paesaggio;

3) Il contrasto;

4) L'abbagliamento.

La visibilità è influenzata in modo diretto dalla quantità di luce, e, a seconda della larghezza della

strada, va modificata l'altezza alla quale si debbono collocare le sorgenti di luce.

Cosí, se trattasi di un'arteria bordata da muri molto prossimi ai marciapiedi la luce dovrà proiettarsi su questi in modo da costituire un specie di schermo di colore pallido sul quale tanto gli oggetti quanto le persone si proiettano di profilo. In terreni incolti, nelle strade di campagna invece bisognerà far sí che sia lo stesso selciato a spiegare l'azione di schermo.

Il brillar di un selciato dipende dal fenomeno di riflessione e, a seconda della natura della pavimentazione e della direzione dei raggi luminosi, si può far predominare la riflessione diffusa o quella speculare.

La prima prevarrà se i raggi luminosi saranno proiettati da una superficie piuttosto ruvida e se i raggi avranno una direzione che si avvicini piú alla normale che alla tangente a questa superficie.

La riflessione speculare prevarrà allorché i raggi luminosi saranno proiettati su un pavimento molto levigato, e se i raggi avranno una direzione vicino alla tangente alla superficie.

Il contrasto è la risultante della combinazione dei due precedenti fattori, cioè la luce e la riflessione. Allorché un oggetto si interpone tra la sorgente luminosa e la superficie illuminata, per l'osservatore si produce un contrasto. Pertanto conviene accentuare i contrasti per aumentare la visibilità.

L'abbagliamento, quando è pronunciato, provoca una perdita di luce, diminuisce la visibilità, produce un effetto di accecamento che può durare piú secondi. Si può diminuire attenuando il contrasto tra la sorgente e la pavimentazione, diminuendo l'angolo di incidenza dei raggi, proiettando la luce su una superficie piú estesa possibile.

Sorgenti di luce.

Le luci piú largamente impiegate per l'illuminazione delle vie, delle strade interprovinciali di maggiore traffico, delle camionabili attraverso paesi eminentemente commerciali, si ottengono impiegando lampade ad incandescenza, lampade a vapore di mercurio e lampade a vapore di sodio.

Sono poco adoperate le lampade ad arco a causa della dispendiosa manutenzione.

Le lampade ad incandescenza debbono avere un adeguato flusso luminoso per lo piú variabile tra 1,000 e 28,000 lumen; e l'efficienza piú redditizia è di circa 20 lumen per watt.

Le lampade a vapore di sodio hanno un rendimento da 45 a 55 lumen per watt. In America si fabbricano lampade di 10,000 lumen che consumano da 190 a 225 watt.

In Europa vi è piú varietà e difatti si fabbricano lampade di 2,500; 4,000; 5,000; 6,500; 10,000 e 20,000.

La luce di questa lampada è di un giallo dorato e permette di discernere facilmente i contorni degli oggetti. Come nel caso delle lampade a vapore di mercurio, pel suo funzionamento necessita un autotrasformatore a dispersione il cui costo è molto elevato.

Il costo di dette lampade è da 3 a 4 volte quello delle lampade ad incandescenza, ma di contro durano di piú, da 2 a 3 volte ossia da 2.000 a 3.000 ore.

La loro luminosità intriseca è da 35 a 40 candele per pollice quadrato, mentre la brillantezza della lampada a vapore di mercurio è dell'ordine di 175 e quella delle lampade ad incandescenza di piú di 2.000 candele per pollice quadrato.

Le lampade a sodio quindi consumano minore

energia a parità di flusso ed eliminano l'abbagliamento, condizione particolarmente vantaggiosa per le gallerie ove l'accensione è continua e dove si richiede un'intensità molto forte durante il giorno per consentire una sufficiente visibilità a chi proviene dall'esterno.

Si aggiunga che la durata delle lampade a sodio aumenta notevolmente quando l'accensione sia continua e non intermittente.

Nelle Americhe le arterie di grande traffico, i ponti e i luoghi di incrocio, sono illuminati con lampade a sodio. Il ponte tra S. Francisco e la Baia di Oakland (California) per una lunghezza di oltre 20 chilometri è illuminato con lampade a sodio.

L'accensione automatica delle lampade si effettua a mezzo di cellule foto-elettriche oppure con un meccanismo speciale quale è quello degli orologi « Telecron » i quali azionano dei relais che alla loro volta chiudono i circuiti delle lampade a determinati intervalli. Numerosi modelli consentono il comando automatico. Le lampade a vapori metallici, cioè quelli a vapore di mercurio e di sodio hanno acquistato diffusione sempre crescente perché, rispetto alle lampade ad incandescenza e ad arco, forniscono una emissione luminosa da 2 a 4 volte maggiore e quindi sono notevolmente piú economiche.

Per migliorare il colore della luce si seguono diversi procedimenti; illuminazione mista con lampade ad incandescenza, oppure con aggiunta di opportuni vapori metallici al vapore di mercurio e infine con la conversione della parte violetta e ultravioletta della radiazione dell'arco di mercurio in radiazione rossa mediante speciali sostanze (luminofori) come il solfuro di zinco e di cadmio.

32

LA LUCE A FLUORESCENZA

Un nuovo indirizzo venne a delinearsi con l'impiego delle lampade a vapori di mercurio le quali sulla superficie interna del bulbo o nella composizione del vetro stesso contengono delle sostanze atte ad emettere delle radiazioni fluorescenti: cioè, sotto l'azione elettrica emettono luce di breve durata con alternative per cui non può ritenersi stabile come la luce prodotta dalle lampade ad incandescenza.

Le superfici che emettono radiazioni fluorescenti hanno una leggera colorazione celestina o verdognola, e i raggi piú efficaci sono i violetti e gli ultravioletti, ma gli effetti si possono correggere con l'aggiunta di sostanze opportune, quali i silicati doppi di zinco e di berillio, il solfuro di rame e di zinco, il solfuro di zinco e manganese, nonché molte sostanze inorganiche quali l'antracene, gli olii lubrificanti in genere, la fluorescina, la rodanina, ecc. Sembra che i prodotti organici diano radiazioni piú gradite all'occhio, ma presentano l'inconveniente di alterarsi col tempo.

Come gas di riempimento delle lampadine a vapore di mercurio si impiega l'idrogeno: in tal modo si riesce ad avere uno spettro quasi continuo.

Siccome il neon (uno dei gas rari dell'atmosfera) dà uno spettro ricco di raggi dall'arancio al rosso, mentre il mercurio dà uno spettro visibile nel violetto, blu, verde e giallo, dalle combinazioni delle due sorgenti neon e mercurio si ottiene una luce simile alla luce bianca e con buon rendimento. Con queste lampade, sebbene si siano conseguiti notevoli progressi, siamo ancora lontani dalla perfetta riproduzione

delle luci naturali, e anzi negli ambienti chiusi producono sensibili cambiamenti nelle colorazioni degli oggetti. I toni caldi vengono abbassati, il colore giallo si muta in verdastro, il rosso diviene piú acceso, le carnagioni pallide delle persone assumono colori grigi cadaverici, nelle persone attempate le rughe risaltano piú dell'ordinario, i paramenti, le stoffe, le tappezzerie, le guarnizioni delle tende assumono colorazioni diverse e le sfumature si avvicendano con le tremolazioni intermittenti delle radiazioni fluorescenti.

La luce a fluorescenza sconvolse il problema dell'illuminazione tanto dal punto di vista tecnico che da quello architettonico, poiché le forme tubolari delle lampade, per la maggiore superficie emanante il flusso luminoso, resero possibili larghe e proficue applicazioni.

Le lampadine elettriche a incandescenza hanno un piccolo centro luminoso a forte brillantezza e non si adattano ad illuminare convenientemente ambienti destinati ad accogliere molte persone. Le lampade a luce fluorescente presentano invece grandi vantaggi perché esse diffondono una luce piú blanda, piú uniforme e possono adattarsi con lunghe striscie alle moderne esigenze tecniche e decorative, incorporandosi nelle pareti, nei soffitti o formando cornicioni di efficace effetto ornamentale.

Le lampadine fluorescenti a bassa pressione, a causa delle notevoli dimensioni e della limitata brillantezza, possono bene adattarsi alle necessità architettoniche producendo uniforme illuminazione di larghi spazi; mentre le lampade fluorescenti ad alta pressione, di piccole dimensioni e di elevata brillantezza, ben si adattano nei riflettori incastonati in posizioni tali da produrre sapienti effetti di luce da intensificare la naturale vivezza dell'ambiente.

Nell'illuminazione domestica le lampade fluorescenti non possono soppiantare del tutto le lampadine incandescenti, perché queste ultime, per le piccole dimensioni, possono ben adattarsi dovunque e collocarsi nelle posizioni piú vantaggiose per far concentrare la luce nei posti piú adatti. E, d'altra parte, le lampade fluorescenti, potendosi collocare o lungo le pareti e nei cornicioni, possono trovare largo impiego soltanto nelle nuove costruzioni ove è possibile preordinarne la collocazione, e non possono adattarsi alle tappezzerie, ai drappi, ai paramenti senza previ adattamenti, e nemmeno possono collocarsi nei candelabri di Murano o di Boemia, che sin da date remote costituiscono ancora gli ornamenti preferiti assieme al alcune riproduzioni soggettive anche metalliche, ove le lampadine sono disposte spesso senza alcuna finitura, cosicché i flussi luminosi da esse provenienti si diffondono in modo disordinato.

Nelle sale di convegno, nelle sale da pranzo, nelle luminose stanze da studio, le lampade fluorescenti sono bene adatte a diffondere luce morbida, uniforme. Le pietre preziose si spengono, le sete si appesantiscono; vi è un eccesso di livellazioni di toni e nell'insieme si ha uno speciale senso di benessere e di armonia.

Quali ulteriori progressi potranno realizzarsi con la luminescenza simile a quella biologica?

Nei minuscoli insetti come la lucciola, la luminescenza con bagliori intermittenti è dovuta all'ossidazione prodotta dall'ossigeno dell'aria sulla luciferina, sostanza prodotta dalle cellule patogeniche in presenza di un'altra sostanza, la luciferasi che funziona da catalizzatore. Si giungerà ad ottenere dai corpi radiazioni in quantità superiore a quelle che corrispondono alla loro temperatura?

È una emulazione continua la produzione dell'energia luminosa piú bianca; tra i due procedimenti dell'incandescenza e della luminiscenza quale dei due prevarrà?

33

L'illuminazione in tempo di guerra

Le continue incursioni aeree, specie durante l'ultima guerra, imposero l'oscuramento delle città per togliere elementi di orientamento ai velivoli avversari. Da una parte si tennero accese in minor numero le lampade in modo che da esse provenisse una luce diffusa e quindi non visibile anche ad altezze di poche decine di metri. D'altra parte si imposero alle abitazioni civili, alle fabbriche, ai luoghi pubblici, l'applicazione di speciali dispositivi nell'intento di impedire qualsiasi propagazione di luce all'esterno attraverso finestre e porte.

Particolari attenzioni furono rivolte ai passaggi a livello, alle segnalazioni stradali, ai posti di smistamento, di riferimento, affinché continuassero a mantenersi illuminati, ma in modo da renderli invisibili dall'alto.

Molti studi furono condotti a tal'uopo sulla intensità massima di illuminazione, sul limite massimo ammissibile di splendore per una superficie orizzontale, sulla illuminazione con luce colorata e sulla relativa sensibilità dell'occhio nel contrasto di deboli illuminazioni.

Vari metodi per l'oscuramento.

La schermatura alle finestre fu generalmente attuata coprendo permanentemente i vetri delle fine-

stre con una vernice opaca, e disponendo schermi mobili nella rimanente parte al fine di sfruttare l'illuminazione diurna.

Nelle finestre con doppi vetri si conseguiva l'oscuramento incollando sul vetro interno carta opaca.

L'oscuramento si può ottenere anche per sottrazione di colori, cioè disponendo sulle finestre dei filtri colorati che lasciano passare la luce durante il giorno con quantità sufficiente pel normale bisogno e invece ostacolano la filtrazione all'esterno della luce prodotta da sorgenti artificiali: un procedimento che diede ottimi risultati consisteva nell'apporre sui vetri delle finestre vernici verdastre o nel disporre vetri verdi-azzurri o verdi adoperando nell'interno lampade a vapori di sodio.

Negli ambienti ove non era possibile collocare schermi mobili si disponevano apparecchi di illuminazione in maniera che la luce proveniente da essi non cadesse direttamente sulle finestre e nemmeno sul pavimento vicino ad esse.

Nelle officine, nei luoghi di lavori delicati era molto comodo impiegare piccole lampade vicine alla superficie ove si svolgeva il lavoro o meglio ancora si adoperavano lampade a flusso luminoso controllato in determinate direzioni mediante verniciatura del bulbo, oppure lampade con bulbo colorato allo scopo di ridurre il flusso luminoso totale.

Vernici luminescenti o fosforescenti.

Nei luoghi aperti, lungo le vie di continuo traffico trovarono larghe applicazioni le verniciature su alcuni muriccioli, o su parte di manufatti con sostanze luminescenti o fosforescenti, le quali, pur facilitando a qualche distanza la visione orizzontale, ne

impedivano completamente la propagazione verticale, cosicché nessuna percezione di detti luoghi era possibile dagli aerei che navigavano anche a bassa quota.

Le vernici luminescenti sono a base di sostanze che dànno una luce visibile, giallo-verde sotto l'influenza di radiazioni violette emesse da lampade a vapori di mercurio la cui ampolla può trattenere tutte le radiazioni visibili. Può anche impiegarsi una lampada a scarica nei gas rarefatti con globi di vetro in azzurro o una lampada Nitra per raggi ultravioletti da 40 W.

Larghe applicazioni trovarono i pigmenti fosforescenti con i quali si prepararono placche indicatrici, scritte luminose.

I piú antichi pigmenti fosforescenti sono i solfuri di metalli alcalino-terrosi. Le ricerche fatte su questi corpi e specialmente sul solfuro di zinco, accertarono che essi diventano fosforescenti quando sono incorporati con un metallo pesante che attiva la sostanza purché si trovi ad una concentrazione di almeno 10^{-4}. I pigmenti acquistano la fosforescenza dopo che i relativi solfuri sono stati irradiati convenientemente e, tanto la durata, quanto l'intensità della fosforescenza, dipendono dalla natura del corpo attivo incorporato.

Il rame è il migliore coltivatore pel solfuro di zinco, mentre per i solfuri alcalini terrosi è il bismuto.

La migliore fosforescenza si ottiene con le radiazioni violette e ultraviolette della lunghezza d'onda compresa tra i 350 e 480 m. Questa energia acquistata dalle sostanze fosforescenti può disperdersi sotto forma di calore per l'azione delle radiazioni rosse e ultrarosse. La fosforescenza è in funzione della temperatura ed è molto probabile che i corpi siano fosforescenti entro limitate temperature, diverse per



TAV. XXI. - Georges de La Tour: *San Sebastiano pianto da S. Irene e dalle donne.* - Berlino, Museo Imperatore Federico.

ciascun corpo. Il colore della luce emessa dai corpi fosforescenti dipende dalla loro natura: quella del solfuro di zinco, attivato con rame, è verde bluastra, o violacea, altri pigmenti emettono luce gialla, altri luce bleu.

La luce fosforescente si abbassa rapidamente nei primi minuti dopo cessata l'irradiazione, in seguito diminuisce lentamente verso un limite, ma la relativa legge di decrescenza non è ancora nota. Dopo 10^h l'illuminazione di una camera dipinta con uno di detti pigmenti è ancora efficiente di qualche diecina di lux.

I migliori risultati si ottengono quando la pittura al pigmento è passata almeno due volte sopra uno strato di fondo a bianco, a titano o al bitofase.

È molto conveniente il fondo di vetro solubile (ottenuto con silicato di soda che contiene della soda caustica libera) che può applicarsi facilmente sul legno, sul cemento secco o umido, sopra i mattoni purché non siano fabbricati a caldo. I solfuri alcalino-terrosi sono molto sensibili all'umidità e all'anidride carbonica; la polvere non fa diminuire la luce purché non sia in quantità rilevante.

Di recente si conoscono nuove sostanze luminescenti sintetiche derivate dal catrame, le quali, subito dopo l'eccitazione, diventano luminescenti e tali si mantengono per parecchio tempo.

L'illuminazione dei veicoli.

Per rendere quasi invisibili i veicoli in movimento si adoperano speciali tipi di fari. In alcuni la luce della lampada è proiettata da uno specchio ellittico ove giunge attraverso un sistema di lenti; uno schermo con opportuna fessura dà un ventaglio luminoso

di estesa superficie che illumina abbastanza bene gli oggetti che si presentano verticalmente innanzi al veicolo, ma sul piano stradale interessano una superficie luminosa di estensione trascurabile.

Si può ridurre la visibilità degli oggetti illuminati anche con un abbassamento della tensione della lampada.

L'inconveniente principale è dato dalla colorazione rossastra che assume la luce la quale dall'alto è ben visibile.

La tecnica in tali casi è chiamata a risolvere molti problemi di indole pratica ed anche economica i quali possono trovare applicazioni dirette nelle diverse industrie.

34

Il livello dell'illuminazione

Viene spontanea la domanda: prima della guerra l'impiego della luce artificiale per gli usi comuni delle ore serali e notturne aveva raggiunto quell'ottimo sviluppo necessario allo svolgimento delle nostre attività col massimo rendimento e con la minore fatica per gli organi visivi?

I perfezionamenti conseguiti nella produzione dell'energia elettrica e il poderoso contributo apportato dalle industrie idroelettriche, avevano diminuito notevolmente il costo dell'energia sia per gli usi industriali sia per gli usi dell'illuminazione. E tanta abbondanza di energia ceduta a poco prezzo fece sí che si largheggiasse nel consumo.

Grandi lampadari adornarono le piazze, illuminarono con intensità crescente i viali, le grandi arterie di comunicazione e segnalazioni luminose spar-

se a profusione invogliavano gli automobilisti a raggiungere elevate velocità.

Nelle officine, nei laboratori si moltiplicarono le lampade per illuminazione e in alcuni reparti la luce assunse notevole intensità.

Nelle abitazioni furono impiegate lampade di maggiore potenza. Sale e saloni furono illuminati con lampadine bianche o colorate, addossate ai paramenti incastonate in artistici lampadari o disposte nei margini alti delle pareti per dare luci diffuse. Nei ritrovi mondani numerose lampadine isolate o riunite a gruppi poggiati sulle pareti o adattati a mobili o a monili rendevano piú suggestivo l'ambiente. In complesso si verificò un crescendo sull'impiego dell'energia luminosa cercando di avvicinarsi agli effetti che produce la luce del giorno quando i raggi solari si irradiano attraverso l'atmosfera chiara e tersa. Anche sui tavoli di lavoro per la lettura normale si ricorse a lampade di maggiore potenza; i 10 lux precedentemente impiegati negli uffici; i 50 lux adoperati nei saloni, negli androni, furono subito e di molto superati e si giunse agli 80 e piú tardi ai 150 lux. Nel contempo sorse il problema di vedere se tanta abbondanza fosse benefica ai nostri occhi o se invece avesse potuto arrecare sia pure a lunga scadenza.

È vero che l'occhio ha un elevato potere di adattamento alle piú diverse condizioni di visibilità, ma si rimaneva perplessi se gli sforzi serotini ai quali venivano sottoposti i nostri occhi generassero un indebolimento della vista o aumentassero i difetti degli occhi anormali.

Come accade sempre le esagerazioni nell'uno e nell'altro senso si moltiplicarono, ma si ebbe un arresto allorché si pensò di vedere a quali effetti lu-

minosi era quotidianamente esposto l'occhio nelle ore diurne.

Le misure della luminosità diurna presentano molte difficoltà pratiche e variabili a seconda dello stato dell'atmosfera e della altezza del sole sull'orizzonte, cioè a seconda delle stagioni. Ma limitandosi alle giornate serene, si giunge a cifre elevate prossime ai 40000 lux, mentre la luminosità piú confortevole varia tra 950 e 1250 lux.

Se confrontiamo queste cifre con quelle risultanti anche dai piú larghi impieghi dell'energia elettrica, vediamo come ancora si sia lontani dalla riproduzione artificiale della luminosità diurna: vi è ancora campo a sufficienza per aumentare l'efficienza delle lampadine elettriche nel loro impiego serotino e notturno.

Ma un altro lato del problema va esaminato adeguatamente e cioè la diversa natura della luce artificiale.

Siamo in grado di produrre effettivamente la luce solare?

I perfezionamenti tecnici che si susseguirono rapidamente fanno sperare che con l'accoppiamento di adeguate lampade costruite con speciali adattamenti, ci si possa avvicinare molto alla riproduzione della luce solare; e se si raggiungerà con mezzi economici siffatta uguaglianza anche approssimativa, sarà un bene l'impiego di luci piú intense, poiché allora il lavoro, specie quello delicato, si potrà effettuare con maggiore esattezza e, aggiungiamo, con minore fatica, poiché si avranno gli stessi effetti di un prolungamento della durata della luce diurna. Però la collocazione delle lampade rispetto ai tavoli di lavoro, rispetto alla illuminazione di saloni o di stanze dovrà sistemarsi convenientemente in modo da evitare gli

abbagliameti; bisognerà evitare i riflessi sulle superfici metalliche, schermare opportunamente le lampade basse. La tecnica dovrà in sostanza favorire tutti gli accorgimenti e adattamenti per non affaticare gli occhi.

Con siffatte provvidenze i livelli di illuminazione possono mantenersi elevati e possiamo prolungare le ore lavorative nelle ore serotine per un maggior contributo al lavoro, che oggi piú che mai dovrà intensificarsi in ogni campo per la restituzione delle condizioni economiche devastate dalla guerra e per progredire nelle ricerche rivolte alla piú perfetta interpretazione dei fenomeni naturali per impiegarne i risultati al fine del progresso dell'umanità.

Capitolo VII

LA LUCE NELL'ARTE

35

La luce e l'architettura

Le sale si prestano bene alle frequenti variazioni di luci e di colori e non pochi tecnici vi hanno dedicato cure particolari. I progressi realizzati hanno facilitato il conseguimento di risultati splendidi e nei complessi artistici piú moderni alla luce è affidato un ruolo importante.

L'abbinamento della luce con l'architettura raggiunse il periodo aureo con le luci artificiali, dapprima con la lampadina elettrica e successivamente con gli altri procedimenti man mano affermatisi che hanno fornito all'architettura mezzi varii adattabili alle molteplici circostanze.

Le sorgenti a luce fissa che irradiano il flusso luminoso secondo una determinata e costante curva fotometrica ebbero dapprima ampio sviluppo, poiché la possibilità di comandare a distanza l'efficacia della sorgente e di mascherarla a mezzo di apparecchi, che modificano a piacimento le caratteristiche di distribuzione, consentirono le piú complesse installazioni fornendo un mezzo indispensabile alla decorazione dei locali destinati ad accogliere molto pubblico.

Le prime concezioni attuate dall'architetto Siclis a Parigi nel soffitto luminoso del teatro Pigalle, da Maurice Gras nella cupola luminosa delle sale delle conferenze a Palazzo Bonaparte nell'Avenue di Zena, da Mendelson nel cinema Universum di Berlino, dagli architetti americani nei loro « atmosferic theatres », e cosí bene illustrati da Bruno Moretti, attestano le ardite innovazioni che man mano si diffusero dovunque.

Le balconate della sala dell'International Music Hall a New York (architetti Hood, Fouilhoux e C.); la sala del teatro S. George a Parigi (architetto C. Siclis) con illuminazione diretta del soffitto (unico cassettone) e delle quinte fuoriscena (illuminazione radente); il salone del Teatro Burian a Praga con costellazione di lampade incorporate in cellule del soffitto (arch. I. K. Rika) attestano i continui progressi raggiunti nell'armonizzare gli effetti della luce con le costruzioni architettoniche piú ardite.

Anche in Italia le applicazioni non tardarono ad attuarsi e dalla bella serie di illustrazioni riunite da G. Canesi e A. Cassi Ramelli, rileviamo magnifici esempi della ingegnosità di provetti architetti.

La magnifica Cupola del Teatro Excelsior di Milano illuminata indirettamente da 27 metri di gronda luminosa munita di 3 lampade tubolari (architetti Cossuti e Patetta); la doppia suggestiva cupola di illuminazione indiretta sulla scala elicoidale del palazzo della Cassa Nazionale per le Assicurazioni Sociali di Milano (architetto Piacentini); il salone dell'Albergo Principe di Piemonte a Sestriere con illuminazione indiretta ottenuta con un canale riflettente continuo e una volta a profilo di uniforme luminosità (arch. G. Pulitzer Finali); il soffitto luminoso a cassettoni radiali ricavati nello spessore delle

mensole di sostegno della balconata del cinema Barberini di Roma (arch. M. Piacentini); il salone del cinema Palazzo di Brescia con illuminazione indiretta a triplice gola corrente lungo l'imposta del soffitto (arch. Pier Nicolò Berardi), sono magnifici esempi del genio inventivo dei nostri connazionali inspirato alle forme piú grandiose e piú suggestive.

***

Ma in tutto questo rinnovo di architettura, la moderna tecnica della luce ha seguito, come ben illustrò G. Jellinek, due tendenze diverse.

La prima si occupa specialmente del corpo illuminato e trasformando i vecchi tipi ci ha portato a poco a poco a dei modelli che sempre piú si adattano all'architettura dell'ambiente, alla decorazione del locale; il lampadario e la luce si sono fusi in una unità cosicché può parlarsi di una vera architettura della luce.

Nella seconda tendenza la luce è adoperata per mettere in evidenza tutto il volume dell'ambiente, scopo pienamente raggiunto dalla luce indiretta, ponendo le sorgenti luminose in opportuni riflettori e nascoste alla vista, che irradiano il flusso luminoso verso il soffitto o altre superfici diffondenti che fungono da sorgenti secondarie.

Questa luce indiretta non dà ombre e produce una illuminazione piuttosto monotona sebbene vi ispiri un senso di benessere e di armonia, ma la alternativa di macchie di luce e di ombra nell'ambiente toglie alle sale di spettacolo la vivacità e la necessaria festosità.

A rimediare a questo inconveniente le superfici a uniforme splendore o a sfumature vennero alternate

a cornicioni luminosi e i soffitti vennero verniciati in modo da avere qualche tenue riflesso speculare affiancati da elementi metallici anche dorati che con il loro luccichio rallegrano l'ambiente.

36

La luce elemento di magnificenza decorativa delle città

Una città senza luce notturna o è morta o è in guerra.

Le decorazioni luminose, che fan risaltare l'architettura delle piazze, le parti piú salienti di un edificio o di un monumento sono il segno della sua ricchezza.

Piú fastosa, piú ricca è una capitale, piú raggi e scintille tramanda alle stelle che sono le sue ammiratrici.

Donde un'arte nuova è nata. Sono comparsi dei veri grandi artisti, maneggiatori di questa imponderabile materia vibratile che è la luce, i quali si sono messi a far belle le metropoli del mondo.

Il piú celebre e famoso apparecchiatore di luci per città era un Italiano, il fiorentino Ferdinando Jacopozzi morto nel febbraio 1932 a Parigi ove da tempo era domiciliato.

Egli riuscí a colorire il volto di Parigi notturna; egli è l'inventore della luce riflessa. Egli si serví della luce, che maneggiava con la disinvolta abilità del piú grande colorista, per determinare giochi ed effetti di sorprendente bellezza.

Non piú festoni e arcate di lampadine, l'una infilata all'altra, non piú sagomature senza penom-

bre e senza sfumature, ma espansione di fasci potenti proiettati alla base dei monumenti, riflessi in alto con una gradualità sapiente e pittorica determinante le fughe verticali di finestre, il rincorrersi degli archi, la nudità dei muri.

Le prime decorazioni le fece alla base della Torre Eiffel. Dopo l'Arco della Stella, i fabbricati dei Campi Elisi, il colonnato della Maddalena risaltarono nella notte in un fulgore di polvere luminosa.

Dopo la grande guerra egli intensificò il lavoro ed inventò il modo di mettere in moto la luce, di creare scene di persone che con gesti esplicavano movimenti entro uno spaziò limitato.

Sulle enormi facciate dei grandi magazzini di Parigi, su lunghi quadri, Jacopozzi dipingeva, animava con milioni di lampade fantasmogorie come un liquido colorato, splendente che si adattava con aspetti plastici ai vari oggetti.

La Cattedrale di Nôtre Dame, la piazza della Stella, l'arco del Trionfo, le mostre di Barcellona, di Siviglia, rappresentano delle piattaforme in ognuna delle quali Jacopozzi profuse i tesori della sua arte, della sua tecnica sempre vivace e giovanile.

Una lunga schiera di provetti architetti e ingegneri perfezionarono vieppiú le applicazioni dell'illuminazione alla architettura e nelle successive esposizioni si ebbero le piú grandi affermazioni. Nelle esposizioni di Parigi (1925) di Amsterdam (1929) di Bruxelles (1930) e nella Mostra Coloniale di Parigi (1931) si profusero meravigliose costruzioni che, nelle ore serali, sotto il continuo dardeggiamento di luci alternate nei colori, con addensamenti di luce diffusa, costituivano un'attrazione di grande godimento.

Come hanno illustrato G. Canesi e A. Ramelli, le idee tecniche e decorative, suscettibili di ulteriori

applicazioni e di piú fecondi sviluppi, sono manifestazioni di un'arte nuova, ricca di mezzi propri e prima inusitati. Le città sfolgoranti di insegne e di luci si completarono nelle suggestive illuminazioni di grandiosi monumenti, di storiche costruzioni, di isolati edifici che nell'insieme davano alle città un aspetto notturno di magico effetto. La cattedrale di S. Paolo, la Torre e il ponte di Waterloo di Londra illuminati da potenti fari, rifulsero di nuove bellezze e di nuove espressioni.

L'illuminazione a carattere decorativo si intensificò dovunque e le inondazioni di luce davano magnifici effetti plastici ai vari motivi architettonici.

Le fontane luminose davano un senso di festosità e di gaiezza con magnifici rilievi decorativi.

Ed effetti brillanti si ottennero producendo le illuminazioni decorative ad inondazione di luce.

Come illustrò Ettore Salami, gli apparecchi per questa illuminazione emettono un fascio di luce di forma rettangolare nettamente delimitato e di apertura angolare esattamente precisata in larghezza ed altezza.

Le fontane luminose del Palazzo di Cristallo di Londra sembravano immensi Niagara argentei e nel mirarli si era quasi trasportati in un mondo fiabesco.

La fontana Grand Signal all'esposizione coloniale di Parigi illuminata da 730 proiettori stagni con potenze varie da 1500 a 500 watt destava ammirazione. I 19 tronchi di cono dello stelo centrale portavano una corona di 20 getti d'acqua illuminati a luce bianca e il quadruplice emiciclo di getti a portare diverse illuminati da proiettori immersi nell'acqua, splendida concezione degli architetti A. Granet e Expert.

E non minore entusiasmo destava la fontana « il

Teatro d'acqua» ideata dagli stessi architetti. I magnifici effetti di luce erano ottenuti da 400 proiettori con schermi a cinque colori e la parte stabile della fontana raggiungeva i 16 metri sul livello del lago.

Anche nelle metropoli americane la luce riflessa fu largamente impiegata per far risaltare la massiccia costruzione dei grattacieli di New York, le facciate di grandiosi edifici e di alberghi dalle migliaia di finestre illuminate con sapiente coordinazione di colorazione dalle tinte piú accese a quelle piú morbide.

Ben presto in Italia si diffuse l'impiego della luce riflessa; il tempio di San Francesco di Paola e il Castello dell'Ovo a Napoli, il Castello Sforzesco e il Duomo di Milano, e le maestose costruzioni di tante altre città venivano rese piú ammirevoli mercé un luminoso risalto nel fondo scuro delle ore notturne.

A Roma gli architetti, i tecnici ottennero meravigliosi effetti (impiegando l'energia elettrica a differenza delle consuete luminarie) con luci radenti analoghe a quelle del Sole sfolgoranti o della luna allorché essi battono sulle facciate delle costruzioni monumentali: vennero impiegati proiettori fotoelettrici ad altissima intensità capaci di generare ciascuno centinaia di migliaia di candele. Per ottenere poi effetti policromi furono applicati adatti schermi di speciali gelatine incombustibili dalle squisite tonalità di colorazione dal rosso al violetto, al bleu oltremare.

La grandiosa maestosità del Colosseo sembrava acquistare maggiori e piú rilevanti dimensioni. Un lato di esso veniva lasciato volutamente oscuro, mentre nella parte piú elevata i raggi luminosi gialli, verdi si perdevano nelle occhiate vuote delle arcate e colorazioni complementari battevano sulle volte e

raggi rossi degradanti in viola cupo, illuminavano i cornicioni piú alti.

Era caratteristico l'effetto combinato dell'illuminazione a distanza con l'illuminazione interna dei finestroni.

L'Arco di Costantino sfiorato da luci gialle, verdi e viola sembrava fosse di bronzo patinato da secoli; e cosí pure l'Arco di Tito in una atmosfera di luce calda e brillante dorata come se provenisse dal tramonto del sole.

Nell'interno del Foro una luce bianchissima sfolgorava nella immensa maestosità delle sue austere vestigia.

Le tre colonne del Tempio di Castore e Polluce spiccavano nettamente nell'oscurità scolpite da luce gialla.

Le luci variavano di colore, si alternavano, si mescolavano dando ai ruderi sempre nuovi aspetti e destando meraviglia. I piccoli ruderi mutilati sembrava che riprendessero vita; come in sogno risplendeva la potenza della Roma dei Cesari.

La fontana delle rane a Bolzano profondeva l'incanto nella notte buia col rifrangere la luce nel pulviscolo e nella schiuma dell'acqua con infinite ondulazioni di colore in uno spettacolo di insolita eleganza ed armonia.

La luminosa fontana sul piazzale della stazione di Bologna con le stelle composte di quattro elementi prismatici racchiudente in prisma centrale di cristallo ondulato, diffondeva magici effetti con il flusso uniforme su tutte le stelle e col flusso di dispersione che come bianco pulviscolo ne avvolgeva i nitidi contorni.

Superba nelle sue linee principali la fontana luminosa alla IV Fiera del Levante a Bari. Un tempietto formato da 6 pilastri in graniglia e una colonna cen-

trale in vetro opalino risplendevano di vivida luce sulla sottostante vasca. E tre cerchi di lampade tubolari applicate lateralmente ai tubi conduttori di acqua irradiavano tutto attorno onde luminose.

Di effetto mirabile era la fontana luminosa in tubi al neon ad aspirali di dimensioni man mano decrescenti che funzionò nel 1934 nel villaggio balneare di Genova. La luminescenza delle spirali si rischiarava a mezzo di proiettori subacquei a luce azzurra sistemati nel fondo della vasca di acqua.

37

La luce, i colori, la musica e i suoni

La luce simboleggia la gioia della vita; dopo una notte buia e dopo una furiosa burrasca, lo sfolgorio del sole si diffonde eccitando profusione di sentimenti.

La luce è l'ombra di Dio per Platone; e per i poeti la sua purezza e il suo immacolato splendore affiancano i pensieri delle anime beate nella contemplazione di Dio.

Sublime è la progressiva ascesa dello spirito di virtú in virtú sino al cielo empireo di Dante:

Luce intellettual piena d'amore,
Amor di vero ben pien di letizia,
Letizia che trascende ogni dolzore.

(Paradiso, Canto XXX).

Luce intellettuale che suscita quel fervido amore del verace bene che è pieno di beatitudine.

Il paradiso, l'ambita dimora delle anime elette, si

presenta a Dante come un meraviglioso fiume che scende da Dio e attraversa l'empireo ove miriadi di fulgori ondeggiano e si diffondono ovunque:

E vidi lume in forma di riviera
Fulgido di fulgore, intra due rive
Dipinte di mirabil primavera.

(Paradiso, Canto XXX).

La luce è amore, gloria, maestà e nella sua alta potenza spirituale è la piú significativa visione della bontà, della bellezza del creato nella piú armoniosa contemplazione.

E se alla luce associano i melodiosi canti degli uccelli, la tavolozza dei colori profusi sulla varietà degli oggetti e nell'atmosfera, sia essa limpida e percorsa da rade nuvolaglie, l'animo nostro si apre alle piú dolci meditazioni:

Ecco il sole che ritorna, ecco sorride
per li poggi e le ville. Apre i balconi,
apre terrazzi e logge la famiglia:
. . . .
. . . .
Si rallegra ogni core.
Sí dolce, sí gradita
Quand'è, com'or, la vita?

(Leopardi; La quiete dopo la tempesta).

Quale esultanza proviamo al tintinnio argenteo delle acque che capricciose scorrono attraverso pianori e colline rivestite dal verde grigiastro degli ulivi; o al mormorio pigro e sommesso delle onde infrante sulle rocce massiccie o sulle rocce fessurate fregiate dalla bianca schiuma!

Nelle giornate tiepide con cielo terso e nel pieno rigoglio della vegetazione attraversando campi coltivati o giardini profumati o mirando belle distese di boschi che risaltano con tonalità smeraldina nell'azzurro celeste, ci si sente inebriati di fronte a tanti splendori e torna alla mente qualche motivo che è rimasto piú impresso, qualche brano di canzone che ricorda momenti felici, pieni di gioia.

Se a tanta magnificenza del creato si aggiunge il cinguettio degli uccelli, il nostro godimento si accentua e ci sembra che tra la luminosità del paesaggio e il canto melodioso dei volatili vi sia un'intima connessione, ci sembra che da una parte le luci dirette dal Sole e quelle riflesse dalla vegetazione o dei casolari e dall'altra i canti squillanti e dolci dei volatili si armonizzino le une con gli altri.

E se sulla volta celeste l'apparizione di chiome di nuvole favorisce la decomposizione della luce solare e i paesaggi assumono aspetti cangianti con le tinte rosse verdastre, azzurrine che si alternano nell'atmosfera tranquilla, l'armonia del creato sembra fusa intimamente con la varietà delle luci tiepide, morbide, come se forze misteriose ne regolassero continuamente gli intimi legami. I nostri organi della vista e dell'udito selezionano questi due elementi, ma nell'animo nostro questi si fondono nel formare la percezione che dà sensazioni deliziose. Sensazioni dominate dal piú vivo soggettivismo, poiché ciascuno di noi con la propria individualità e sensibilità visiva e spirituale trova nelle manifestazioni dei fenomeni naturali quelle modulazioni particolari, quelle sfumature armoniose che si sintetizzano in forme diverse e non sempre identiche a seconda del sincronismo con lo stato psichico del momento.

Le sensazioni sono i simboli della piú profonda

unità della nostra vita interna, sublime corrispondenza che cosí bene è sintetizzata da Charles Baudelaire:

La Nature est un temple où de vivants piliers
Laissent parfois sortir de confuses paroles;
L'homme y passe à travers des forêts de symboles
Qui l'observent avec de regards familiers.
Comme de longs échos qui de loin se confondent
Dans une tenebreuse et profonde unité,
Vaste comme la nuit et comme la clarté,
Les parfums, les couleurs, les sons se repondent
Il est des parfums frais comme des chairs denfant,
Doux comme les hautbois, verts comme les prairies.

Nella ricostruzione di avvenimenti, di fatti, di azioni che si inquadrano nella nostra vita, la musica e la poesia collaborano intimamente nel destare nell'animo nostro l'ammirazione, l'ansia, l'angoscia, l'amore, il gaudio delle piú estetiche emozioni. Nelle divagazioni poetiche di Goethe e di Novalio quanto risalto assumono i colori! e nei corpi colorati del Notturno di D'Annunzio quanto estesa è la gamma delle associazioni poetiche e delle interpretazioni soggettive adornate dalle impressioni coloristiche dei luminosi e immaginosi panorami!

***

Allorché i progressi della civiltà diedero alla riproduzione dei fatti umani un assetto piú adatto nei teatri, nei luoghi chiusi, in modo da operare anche nelle ore notturne, si affacciò il problema di abbinare i suoni con i colori prodotti da luci variabili nei motivi ricchi di invenzione scenica per vivificare e

drammatizzare le vicende con la massima semplicità di mezzi.

Non vi è dubbio che le rappresentazioni teatrali producono sensazioni diverse a seconda della luminosità che accompagna lo svolgimento scenico, e l'animo nostro è piú aperto alle delicate sensazioni a seconda del tenore delle luci che si accompagnano alla melodia delle note musicali.

Quali emozioni si provano ascoltando da quartetti di soli archi, o da canori strumenti, un brano sinfonico a largo respiro, una fantastica vicenda simbolica con ricchezza musicale, una dolce melodia con luci diffuse dalla gamma dei colori caldi (gialli, ocre, rossi) ai colori piú freddi cobalto, oltremare, verde smeraldo) variabili, come se provenissero da una invisibile tastiera; e quali altri emozioni si provano se invece predominano luci accecanti, costanti, a forti tinte e non corrispondenti affatto all'espressione del pensiero musicale!

Di contro la follia sincopata dello jazz-band che galoppa sul destriero della fantasia, le luci piú accese, la alterna irruzione di flussi fiammeggianti, si immedesimano col fragore dei piatti, timpani e ottoni, formando un organico complesso orchestrale.

Intima è la correlazione fra suoni e colori, e difatti ai sette suoni della scala diatomica corrispondono i sette colori fondamentali naturali; e lo stesso si dica fra i dodici semitoni della scala cromatica musicale e le dosature delle sfumature dello spettro solare.

Questa corrispondenza fra fenomeni acustici e ottici è un forte stimolo pel rinnovamento delle attuali forme artistiche; e difatti da piú parti si è cercato di sincronizzare le modulazioni musicali con variazioni qualitative e quantitative di luce.

L'impianto per la realizzazione delle luci del palcoscenico di un grande teatro, come bene illustrò Ettore Salami, ha lo scopo non solo di illuminare, ma anche di dare l'illusione che la scena sia rischiarata dal sole o dalla luna o dalle miriadi di stelle e che si passi gradualmente attraverso le piú varie colorazioni, dal mattino, al meriggio, al tramonto oppure che al cielo sereno subentri cielo nuvoloso, burrascoso, temporalesco. E tutto si deve svolgere con lo stesso ritmo che presentano i fenomeni naturali che contornano l'opera dell'Autore e senza che il pubblico abbia la minima sensazione dell'artifizio.

Un cosí complesso risultato si consegue con una serie di apparecchi di illuminazione atti a produrre le piú svariate sensazioni luminose regolate da un organo centrale che può con rapidità e regolarità modificare simultaneamente in ogni sua apparecchiatura l'intensità luminosa erogata, la colorazione e il dosaggio della luce. Il Teatro dell'Opera a Roma possiede un impianto che con gli aggiornamenti apportati continuamente si trova all'avanguardia.

Tutti ricordano i magnifici effetti, suggestivi, ottenuti nelle scene armonizzando il movimento delle masse con le colorazioni e con la musica.

Arturo Guarnieri nelle scene del *Macbeth* del Verdi al Teatro dell'Opera a Roma, suscitò momenti di commozione e di entusiasmo.

Camillo Pallavicini nelle scene della *Cavalleria Rusticana,* della *Gioconda,* del *Rigoletto* con la policromia piú adatta e con la sua fantasia coloristica, seppe destare grande ammirazione.

A. Valente nella *Butterfly,* nella *Farsa Amorosa* adeguò l'arte dei colori all'espressione dei piú delicati sentimenti.

Nelle splendide realizzazioni dell'atto II di *Tri-*

stano e Isotta, nel III atto della *Figlia del Re,* nel II atto della *Nave,* nel III dell'*Oberon,* nel II dell'*Africana* gli effetti luminosi furono sorprendenti; le fusioni dei colori conferivano con le molteplici ombre il rilievo piú caratteristico delle figure, con nitida plasticità, con sorprendenti effetti cromatici e di chiaroscuri.

Effetti meravigliosi si sono anche ottenuti nelle rappresentazioni all'aperto e tutti ricordano le meravigliose scene, dai colori vivaci, dai luminosi riflessi e dal suggestivo aspetto, nelle rappresentazioni svoltesi alle Terme di Caracalla.

L'impianto di illuminazione nei teatri aperti è ben diverso di quanto avviene in ambiente chiuso. Tutto il complesso dell'impianto deve stare al riparo dalle intemperie e deve possedere un particolare carattere che permetta, sia una rapida messa in opera di tutti i materiali, sia un'altrettanto rapida possibilità di smontaggio.

Ormai l'armamentario scenico dei nostri teatri è tutta una costruzione di delicati colori, di linee dallo stile fantastico, ingegnoso e intonato alle esecuzioni di eccezionale bellezza.

E pur sapendo che le piú fantastiche concezioni creano luoghi di incanto lontani dalla realtà, e destano passioni fittizie, si accorre con diletto e con trasporto come ad un benefico riposo che dia all'animo nostro un ristoro, un sollievo, dopo le quotidiane occupazioni e preoccupazioni.

ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI

INDICE

FINITO DI STAMPARE IL 9 10 1949
PER CONTO DELLA
CASA EDITRICE V. BOMPIANI
DALLA TIP. « L'ELZEVIRIANA » - MILANO

VOLUME LXVII

L'ORIGINE DEL LINGUAGGIO

di PAOLO ETTORE SANTANGELO

Vi è un documento umano di valore inestimabile: il linguaggio. Su di esso, come su di una creta molle e tenace, le generazioni hanno scritto le loro memorie, che ora giacciono chiuse e fossilizzate nelle parole che ci scambiamo quotidianamente.

La scienza che scioglie questi viventi coaguli, che analizza a uno a uno gli elementi di cui sono fatti questi conglomerati, si chiama glottologia. Essa è di recente formazione, e non risale, in quanto scienza, che al 1833. Ma quanti orizzonti in poco piú di un secolo ha saputo dischiudere! Parole nate da radici identiche e che servono a indicare la medesima cosa, sono documenti di origini comuni, di scambi, di relazioni fra gruppi etnici, che i documenti piú antichi, fino allora noti, ci presentavano stabiliti su territori lontanissimi, separati da immensi oceani e che erano ritenuti impraticati e impraticabili in quei tempi remotissimi. Parole nate da identiche radici per designare cose, azioni, sentimenti diversi, permettono di rifar la storia di associazioni di idee, di posizioni religiose, morali, sentimentali a noi remotissime, nel tempo o per natura...

Paolo Ettore Santangelo, in un libro pieno di inaspettate scoperte, di impensati accostamenti, solidamente documentato e piacevole come una lunga favola, guida il lettore attraverso gli attraenti misteri di questa scienza avventurosa.

Volume di 476 pagine

 **BOMPIANI** 

AVVENTURE DEL PENSIERO

Volumi pubblicati:

Desiderius Papp . Avvenire e fine del mondo (X edizione). Illustrato.
Frederik Tilney . Biografia del cervello (II edizione). Esaurito.
Desiderius Papp . Chi vive sulle stelle? (IX edizione). Illustrato.
A. F. Guttmacher . Come si crea la vita (VIII edizione). Illustrato.
Walter B. Pitkin . Introduzione alla storia della stupidità umana. (V edizione).
D. E. Ravalico . Prodigi e misteri delle radio-onde. (III edizione). Illustrato.
M. Vaerting . . Il sesso dominante. Esaurito.
H. Van Loon . . L'uomo inventore. (III edizione). 167 illustrazioni.
F. Campione . . L'istinto materno. Esaurito.
Raoul Francé . . Introduzione alla vita felice. Esaurito.
W. V. Richmond . Enciclopedia sessuale. (XVI edizione).
Thomas Daring . Sfruttatori della natura. (IV edizione). Illustrato.
Joseph Löbel . . Salvatori di vite. (VI edizione).
Alexis Carrel . . L'uomo, questo sconosciuto. (XXV edizione).
Ludwig Paneth . Anime senza bussola. (VI edizione).
William Beebe . Vita privata dell'Oceano e dintorni. (II edizione).
Elio Baldacci . . Vita privata delle piante. (IV edizione ampliata). Illustrato.
R. Brunngraber . Radium: Romanzo di un elemento. (II edizione).
J. H. Bradley . . Autobiografia della terra. (II edizione).
Friedrich Lorenz . Creatori del mondo meccanico. (IV edizione).
Norton Leonard . Tecnica di domani. (II edizione). Illustrato.
W. V. Richmond . La personalità. (VI edizione). Illustrato.
Enrico Rocca . Panorama dell'arte radiofonica.
Dale Carnegie . L'arte di conquistar gli amici (XII edizione).
C. W. W. . . . . La relatività e il signor Robinson. (VI edizione). Illustrato.
Seton Margrave . Come si scrive un film. (V edizione).
Editors of Fortune . Il cancro. (IV edizione). Illustrato.
S. Metalnikov . . La lotta contro la morte. (V edizione). Illustrato.
Ugo Maraldi . . . Dal cannonissimo al raggio mortale. (IV edizione).
Pierre Humbert . Da Mercurio a Plutone. (III edizione). Illustrato.
Lin Yutang . . . Importanza di vivere. (IX edizione).
Louis de Broglie . Materia e luce. (IV edizione).
Sir James Jeans . Scienza e musica. (III edizione). Illustrato.
André Missenard . L'uomo e il clima. (III edizione).
Ugo Maraldi . . . Dal centro della terra alla stratosfera. (V edizione).
Filippo Eredia . . Nuovi orizzonti della meteorologia. (III edizione).
Giacomo Pighini . Lo spirito che vince. (IV edizione).
U. Grancelli . . . Gli ominidi alla conquista del mondo. (IV edizione).
Giorgio Abetti . Scienza d'oggi. (V edizione). Illustrato.
Bruno H. Bürgel . Nel giardino di Dio. (V edizione).
Eugenio Barera . Un mondo misterioso. (IV edizione).
U. di Aichelburg . Vita dei microbi. (IV edizione). Illustrato.
Heinz Graupner . Lo specchio della donna. (IV edizione).
U. di Aichelburg . Problemi sanitari di guerra.
A. M. Mazzei . . Vita privata degli animali. (II edizione). Illustrato.
P. M. Comparetti . Bussola per navigare fra gli uomini. (III edizione).
Filippo Eredia . . Il Mare. (Illustrato).
G. Protti . . . . La luce del sangue. (II edizione). Illustrato.
R. G. Ruggeri . . Il cervello dei nostri figli. (III edizione).
Giorgio Abetti . . Amici e nemici di Galileo. (Illustrato).
H. Fritsche . . . Il primogenito.
Mario Acqua . . . Il problema della vita.
Tito Franzini . . . L'energia interatomica. (II edizione). Illustrato.
Maurice de Broglie . Atomi, radioattività, trasmutazioni.
Ernesto Cozzano . . Letteratura d'oltretomba.
Elio Baldacci . . . Del metodo nella scienza.
Roderick Peattie . La geografia nel destino umano. (Illustrato).
G. G. Hawley . . . Vedere l'invisibile. (Illustrato).
R. A. Guillaume Studio dell'uomo mediocre.
Willy Ley . . . . I Razzi.
J. L. Liebman . . Pace dello spirito
E. Kasner e J. NewmanMatematica e immaginazione.
Dale Carnegie . . Come scacciar gli affanni e cominciare a vivere.
Lecomte du Nouy . L'uomo e il suo destino.
Ramón Turró . . La Fame.
Desiderius Papp . . Più in là del Sole.
P. E. Santangelo . L'origine del linguaggio
Filippo Eredia . . Il fuoco e la luce.

BOMPIANI

1522 Lire quattrocentocinquanta